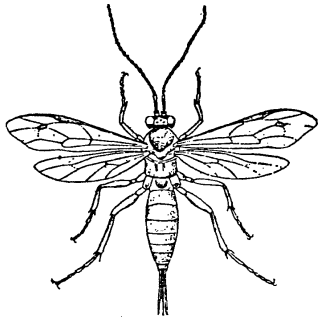
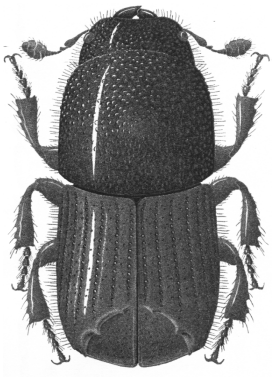
VALENTIN BRUDEA



ENTOMOLOGIE FORESTIERĂ



CUPRINS

Prefață ……..……... 5

Cap. I. Introducere ……. 7

1. Obiectul entomologiei. Rolul insectelor în natură şi importanța pentru om. Insectele forestiere ……. 7

2. Istoricul entomologiei …….…….. 10

3. Caracterizarea generală a insectelor şi poziția lor sistematică ……. 14

Cap. II. Morfologia externă a insectelor …….. 16

1. Capul şi apendicele sale …….. 16

2. Toracele şi apendicele sale ……. 26

3. Abdomenul şi apendicele sale …….……... 33

4. Tegumentul şi endoscheletul …….. 36

Cap. III. Organizarea internă şi fiziologia insectelor …….. 39

1. Funcțiile de relație ……. 39

1.1. Sistemul muscular …….. 39

1.2. Sistemul nervos …….. 40

1.3. Organele de simț ……. 43

1.4. Tropismele şi instinctele la insecte …….. 47

2. Funcțiile de nutriție ……..…….. 48

2.1. Sistemul digestiv ……. 48

2.2. Sistemul circulator …….. 51

2.3. Sistemul respirator …….. 53

2.4. Sistemul excretor …… 56

2.5. Sistemul secretor …… 57

3. Funcțiile de reproducere …….. 59

3.1. Sistemul reproducător femel ……. 60

3.2. Sistemul reproducător mascul …….. 61

Cap. IV. Reproducerea şi dezvoltarea insectelor …….. 63

1. Reproducerea insectelor …….. 63

2. Dezvoltarea insectelor …….. 66

3. Generația şi ciclul biologic la insecte ……. 72
Cap. V. Ecologia insectelor …….. 75
1. Relațiile insectelor cu factorii de mediu ……. 75
1.1. Influența factorilor abiotici asupra insectelor …….. 76
1.1.1. Factorii climatici ……. 76
1.1.2. Influența factorilor edafici ……. 82
1.2. Factorii biotici ……... 82
2. Înmulțirea în masă a insectelor …….. 85
2.1. Teorii privind înmulțirea în masă a insectelor ……. 85
2.2. Fazele şi caracteristicile gradației …… 89
2.3. Depistarea şi prognoza insectelor dăunătoare …….. 92
Cap. VI. Combaterea integrată a insectelor forestiere dăunătoare ……. 96
1. Măsuri preventive …….. 97
2. Metoda mecanică de combatere …… 101
3. Metoda chimică de combatere …… 103
4. Metoda biologică de combatere ……. 109
4.1. Folosirea microorganismelor entomopatogene ……. 109
4.1.1. Virusurile …… 109
4.1.2. Bacteriile …… 110
4.1.3. Ciupercile …… 111
4.1.4. Protozoarele …….. 113
4.2. Zoofagi …….. 113
4.2.1. Nematodele …… 114
4.2.2. Acarienii ……. 115
4.2.3. Insectele entomofage …….. 115
4.2.4. Păsări insectivore ……. 125
4.2.5. Mamifere insectivore …… 126
4.2.6. Utilizarea feromonilor …….. 127
4.2.7. Metoda autocidă …….. 131
5. Conceptul de combatere integrată …… 132
6. Protecția muncii în lucrările de combatere a insectelor dăunătoare .. 135
Cap. VII. Sistematica insectelor …… 137
1. Subclasa Apterygota ……. 137

2. Subclasa Pterygota ……... 139
2.1. Diviziunea Hemimetabola …….. 139
2.2. Diviziunea Holometabola …… 150
Bibliografie selectivă……. 155

PREFAȚĂ

Entomologia forestieră este o ramură a ştiinţelor aplicate care studiază insectele dăunătoare în contextul interrelațiilor biocenotice multiple şi a modului cum se poate interveni în armonizarea acestora pentru reducerea daunelor.

Pădurile sunt cele mai stabile biocenoze cunoscute, formate pe perioade lungi de timp, cu relații inter- şi intraspecifice foarte stabile, cu reglări populaționale naturale între insectele dăunătoare şi fauna utilă.

De-a lungul timpului, fondul forestier a avut de suferit datorită unor exploatări neraționale, împăduririlor în stațiuni neadecvate, fenomenelor de carpenizare, practicării monoculturilor, influenței noxelor din zonele industriale, aplicării excesive a combaterii prin utilizarea de insecto-fungicide, mai ales la începuturile protecției pădurilor etc, la care se adaugă şi influența unor condiții climatice ce favorizează apariția gradațiilor la insectele defoliatoare. Toate aceste intervenții umane neraționale au dus la artificializarea relațiilor trofice şi a mecanismelor de autoreglare naturală din cadrul pădurilor, provocând înmulțiri în masă ale dăunătorilor.

În prezent, indiferent de modul de gospodărire, periodic se înregistrează dăunări ale vegetației forestiere cu consecințe negative, concretizate prin defolierea arborilor, degradarea lemnului, slăbirea vitalității şi, în unele cazuri, uscarea acestora. În medie, în țara noastră se semnalează anual prezența dăunătorilor forestieri pe 600-800 mii ha, la care se execută lucrări de protecție pe 200-250 mii ha. La intervale de 10-15 ani, se înregistrează înmulțiri ale dăunătorilor pe mai mult de 1/6 din pădurile țării, fapt ce impune intervenția cu lucrări specifice pe suprafețe de peste 400-500 mii ha. În cadrul factorilor biotici dăunători, insectele forestiere produc 80% din vătămări. În ultima perioadă de

timp, dezrădăcinările produse în pădurile din Carpații Orientali au favorizat apariția gradațiilor la dăunătorii de scoarță şi lemn.

Prin studiul entomologiei forestiere, studenții dobândesc noțiuni ample în ce priveşte cunoaşterea dăunătorilor forestieri, sub aspect morfologic, biologic, caracteristicile dăunării, depistarea, prognoza şi nu în ultimul rând combaterea integrată.

Este necesar ca viitorii specialişti să dobândească cunoştințe în domeniul combaterii integrate, în care metoda biologică să fie predominantă şi să fie adevărați „dirijori" ai interrelațiilor biocenotice din cadrul pădurilor, pentru a menține populațiile de dăunători sub pragul economic de dăunare (PED), cu cheltuieli cât mai reduse. Pe lângă însuşirea unor structuri morfologice externe şi interne, cunoaşterea biologiei şi ecologiei insectelor, a cauzalității care produce instabilitatea relațiilor trofice, să se înțeleagă că protecționistul trebuie să intervină cu mult discernământ şi fără brutalitate în reaşezarea acestora.

În capitolul de descriere a insectelor dăunătoare se prezintă cele mai importante specii din punct de vedere economic, ținându-se cont de prezența acestora în păduri, după „*Starea fitosanitară a pădurilor"*, care se publică periodic. În acest sens se doreşte să fie o acumulare mai mult calitativă, decât una cantitativă, mai mult să formeze o concepție ecologică, de păstrare a unor echilibre existente şi ca intervențiile umane care au la bază principiile combaterii integrate să păstreze mai departe ecosisteme cu mare productivitate şi nepoluate. Menținerea sănătății pădurilor, se face cu efortul tuturor specialiştilor din domeniul forestier şi este unul din mijloacele de a proteja acest aur verde al Terrei.

Autorul

Capitolul I

INTRODUCERE

1. OBIECTUL ENTOMOLOGIEI. ROLUL INSECTELOR ÎN NATURĂ ŞI IMPORTANŢA PENTRU OM. INSECTELE FORESTIERE.

Entomologia - este ştiinţa care se ocupă cu studiul insectelor. Denumirea vine de la grecescul **entomos** = tăiat, segmentat şi **logos** = vorbire, ştiinţă şi de la latinescul **insectus** = segmentat, tăiat în fragmente, metamere sau somite, dar grupate în trei regiuni: cap, torace, şi abdomen. Insectele se mai numesc şi Hexapode (hexa = şase şi pus-pedos = picior), adică cu şase picioare.

În cadrul zoologiei, entomologia este bine definită ca ştiinţă, disciplină. Ea se împarte în entomologie teoretică care studiază insectele din punct de vedere sistematic, paleontologic, filogenetic, biologic şi entomologia aplicată care studiază insectele din punct de vedere al relaţiilor cu mediul, cu plantele, animalele şi, deci, şi cu omul. În funcţie de modul lor de viaţă în cadrul biocenozelor, se împart în două categorii, insecte dăunătoare şi insecte folositoare.

Entomologia aplicată prezintă un caracter practic şi se subdivide în:

- Entomologie agricolă (horticolă, viticolă, pomicolă);
- Entomologie forestieră;
- Entomologie medicală:
- Entomologie veterinară;
- Entomologie cavernicolă.

Insectele se caracterizează prin numărul extraordinar de mare de specii şi

de indivizi. În prezent populează aproape toate biotopurile, cu o diversificare enormă, cunoscându-se peste 1 milion de specii de insecte, formând aproximativ 2/3 din regnul animal. Se apreciază că numărul lor este mai mare, chiar la 2 milioane de specii, deoarece suprafețe întinse nu au fost încă studiate.

Se caracterizează printr-o plasticitate ecologică deosebit de mare, dând un număr inepuizabil de tipuri biologice şi morfologice, care le-a permis să cucerească uscatul şi mediul acvatic, constituind baza populațiilor din cadrul biocenozelor.

Răspândirea insectelor se face în raport cu hrana şi factorii climatici generali (temperatura, umiditatea, lumina etc) Hrana şi, în special, modul de viață fitofag, care este majoritar la insecte, au diversificat enorm speciile, cu specializări de hrănire prin roadere pe diferite organe ale plantei (frunze, rădăcini, scoarță, lemn, fructe) sau prin sugerea sevei acestora.

În funcție de plantele pe care le consumă, insectele pot fi: monofage, oligofage sau polifage. Insectele pot ataca plantele atât în stadiul de larvă cât şi de adult (lăcuste, cărăbuşi, gândaci defoliatori, gândaci de scoarță etc.).

Insectele, care atacă plantele numai în stadiul de larvă, sunt cele mai dăunătoare, aici găsindu-se lepidopterele, care produc înmulțiri în masă, şi mai puțin himenopterele. La ultimul grup amintit, adulții se hrănesc cu nectarul florilor şi efectuează polenizarea plantelor.

Insectele care se hrănesc pe plante şi le dăunează se numesc insecte dăunătoare sau dăunători. Cele zoofage sunt carnivore se hrănesc cu țesuturi vii, şi constituie o grupă importantă de insecte entomofage formată din specii parazitoide şi prădătoare. Ele formează fauna utilă, folositoare, din biocenoze, cu rol important în reglarea numărului insectelor dăunătoare.

O altă grupă de insecte este cea care consumă excremente şi cadavre cu rol important în circuitul general al substanțelor şi sunt „agenții sanitari" naturali.

Se poate spune că majoritatea insectelor fitofage sunt dăunătoare, iar majoritatea insectelor zoofage constituie insectele folositoare. În general, aceste două categorii sunt în stare de echilibru dinamic în biocenozele stabile şi orice dereglare a acestuia provoacă apariția de „noi" dăunători urmată de o înmulțire populațională masivă.

După importanța economică, insectele se împart în dăunătoare, folositoare şi indiferente.

Activitatea umană este strâns legată de utilizarea insectelor şi a produselor lor. Este bine cunoscut faptul că lăcustele, termitele, omizile, constituie o sursă de hrană în unele regiuni ale Africii Centrale şi chiar ale Asiei. Din vechi timpuri au existat preocupări de creştere a viermilor de mătase, a albinelor pentru miere şi polenizare artificială. De asemenea, din corpul unor păduchi țestoşi, romanii şi grecii antici extrăgeau coloranți sau lacuri din glandele ectodermice ale unor coccide (homoptere).

Dacă ne referim la aspectele negative pe care le produc asupra oamenilor, se poate aminti, transmiterea unor boli periculoase la om, animale, plante: țânțarii din genul *Anopheles* transmit malaria, encefalita, musca *Stegomyia fasciata* este agentul pentru „febra galbenă", muştele *Glossina* sunt agenți pentru „boala somnului", iar cele două specii de păduchi umani, *Phthirus pubis* şi *Pediculus humanus*, agenți ai tifosului exantematic.

În cadrul pădurilor insectele sunt implicate în diverse lanțuri trofice: la nivelul solului, unde se găsesc insectele inferioare – apterygote, la nivelul stratului erbaceu, a arbuştilor şi a arborilor, unde sunt numeroase interrelații complexe cu specii de microorganisme entomopatogene (bacterii, ciuperci, protozoare, virusuri) dar şi cu licheni, cu muşchi şi cu organisme animale ca: viermi, miriapode, reptile, păsări şi mamifere. Toate aceste viețuitoare şi relațiile dintre ele alcătuiesc biocenoza complexă care este pădurea.

Biocenozele cele mai stabile se găsesc în arboretele amestecate şi pluriene, naturale şi cultivate, bogate în specii de insecte, cu populații reduse, care se pot autoregla natural în condițiile apariției unor dezechilibre. În aceste păduri, înmulțirile în masă şi dăunările apar rar, durează puțin şi dăunătorii secundari lipsesc.

Situația se schimbă în pădurile artificiale, pure, echiene, sărace în vegetație arbustieră şi strat erbaceu, cu un număr redus de specii de insecte, dar cu populații mari. Aici au loc înmulțiri în masă ale insectelor dăunătoare, pe durate lungi de timp, după care urmează dăunătorii secundari de scoarță şi lemn.

Dacă comparăm arboretele de răşinoase cu cele de foioase, se constată că răşinoasele nu suportă defolieri totale, o defoliere mai mare de 60% duce la

uscare, iar roaderea mugurilor este fatală. De aceea, răşinoasele s-au adaptat la altitudini mai mari şi reci, unde insectele se dezvoltă mai greu. Arboretele de foioase suportă defolieri totale, deoarece înfrunzesc a doua oară în acelaşi an.

Pădurile de stejar cu o consistenţă mai redusă, bine luminate, favorizează înmulţirile în masă a insectelor defoliatoare, galigene şi a speciilor xilofage. În Carpaţii Orientali, unde, în ultimii ani, s-au produs doborâturi provocate de vânt pe suprafeţe întinse, se favorizează înmulţirea în masă a gândacilor de scoarţă, care poate duce la uscarea arborilor.

De-a lungul ultimului secol, în ţara noastră, factorul antropic a intervenit serios în gospodărirea pădurilor. Printr-o industrializare masivă s-au produs atacuri prin noxe şi ploi acide. S-a diminuat suprafaţa şi s-a mers pe regimul crângului (regenerare prin cioate la stejar şi fag); s-au tăiat suprafeţe mari de răşinoase (1900-1910) şi s-a introdus mult molid, de la păduri pluriene ajungându-se la monoculturi unietajate şi mai slabe; s-au scos pădurile de stejar; s-a păşunat şi tasat solul; în stepă şi silvostepă salcâmul ocupă locul stejarului brumăriu şi ajunge la 3.7 % din suprafaţă; în luncă, plopul de la 2%, ajunge la 5%, înlocuind stejarul brumăriu şi are loc un fenomen de carpenizare, suprafeţele ajungând de la 3 % la 9.5%.

Aceste intervenţii, uneori brutale, au dereglat sistemul de relaţii din cadrul pădurilor şi le-au redus capacitatea de autoreglare pe anumite segmente, fiind necesară luarea unor măsuri de combatere integrată şi necesitând un efort material consistent.

2. Istoricul entomologiei

Entomologia poate fi socotită tot atât de veche ca şi celelalte ramuri ale biologiei, de când omul a îndurat înţepăturile ţânţarilor, ale păduchilor, muştelor şi s-a hrănit cu mierea albinelor găsită în scorburi.

Atât de pe mormintele vechi (astece, chinezeşti, egiptene etc), pe care se găseau frecvent pictate sau sculptate diferite specii de insecte (albina, scarabeul), cât şi din scrierile rămase din acele timpuri, reiese că omul cunoştea un anumit

număr de specii. Ştiinţa entomologiei îşi are rădăcinile în scrierile filozofului grec Aristotel (384-322 î.e.n.), care, în lucrarea sa *Historia animalium*, descrie 47 specii de insecte.

În evul mediu studiile entomologice au fost înghețate şi nu se adaugă nimic la ce se cunoştea din antichitate. În timpurile moderne, în jurul anului 1602, apar primele lucrări entomologice scrise de Ulysse Aldrovandi, care încearcă să dea o clasificare a insectelor. Progresul entomologiei creşte odată cu descoperirea aparatelor de mărit şi se pun bazele sistematicii şi morfologiei insectelor. Malpighi se ocupă de anatomia viermilor de mătase, M. Reaumur editează 6 volume privind *Istoria naturală şi anatomia insectelor* (1734-1742), iar C. L. Bonnet descoperă fenomenul de partenogeneză la insecte.

O etapă importantă în ştiința entomologică este apariția lucrării *Systema naturae* (1735) de suedezul Ch. Linné, care stabileşte regulile nomenclaturii binare, ocupându-se de entomologia aplicată şi dedicând în lucrarea sa un capitol insectelor dăunătoare *Noxia insectorum*. În secolul al XIX-lea, Laterille introduce metoda de clasificare naturală, după înrudirea insectelor, sistematizându-le pe familii (1831).

În secolul al XIX-lea entomologia se dezvoltă deosebit, capătă un caracter din ce în ce mai ştiințific, cercetătorii preocupându-se de sistematică, anatomia şi fiziologia insectelor. S-au scris lucrări de entomologie experimentală şi aplicată, legat de faptul că în Europa au apărut insecte care au produs pagube imense, semnalându-se filoxera (*Phylloxera vastatrix)* şi gândacul din Colorado *(Leptinotarsa decemlineata).* Filoxera este un păduche cu originea în America de Nord, care a fost semnalat în Europa (Anglia, Franța) în 1863 şi s-a răspândit în toate zonele viticole, distrugând suprafețe mari de culturi. Gândacul din Colorado a fost introdus în Europa cu transportul de produse agricole, fiind semnalat în Germania (1876) şi în Anglia (1877).

În secolul al XX-lea, cercetările entomologice iau amploare, datorită vastității acestei ştiințe, a numărului uriaş de specii de insecte. Latura biologică şi anatomică este dezvoltată de Berlese (Italia), Escherlich (Germania), Imms (Anglia); cea sistematică de Silvestri (Italia), Comstock (S.U.A.), Jannel (Franța) şi Martinov (U.R.S.S.).

Cercetările din ultimele decenii au scos în evidență necesitatea utilizării

metodelor de combatere integrată, a manipulării raționale a relațiilor trofice din biocenoză pentru reducerea poluării mediului înconjurător.

În țara noastră, din cele mai vechi timpuri, locuitorii au luat contact cu anumite specii de insecte. Cronicarii noştri, Gr. Ureche şi Miron Costin au descris pagubele produse de lăcuste încă din anul 1472.

De asemenea, există informații vechi despre creşterea albinelor şi viermilor de mătase. Cercetările de entomologie înregistrează o mare dezvoltare în a doua jumătate a secolului XIX-lea şi în secolul XX-lea.

În 1870 s-a promulgat *Legea pentru apărarea agriculturii de devastări prin omizi, cărăbuşi şi alte insecte stricătoare*. Odată cu înființarea Universităților în țara noastră (Iaşi-1860, Bucureşti –1964, Cluj-1872), acestea au devenit atât centre didactice cât şi de cercetare entomologică.

Profesorul N. Leon, de la Universitatea Iaşi a studiat insectele vătămătoare, prin cercetarea aparatului bucal la *Culicidae* şi *Simuliidae*. În 1900, datorită dezastrului produs de filoxera, G. Nicoleanu publică lucrarea cu caracter monografic *Lupta contra fioloxerei în România*. În 1909, W. Knechtel publică primul manual de entomologie *Insectele vătămătoare din România şi mijloacele de combatere a lor.* Arnold Montandon (1850-1925) publică peste 100 de lucrări despre *Coleoptere* şi *Heteroptere*; C. Hurmuzachi (1862-1937) se ocupă cu sistematica şi zoogeografia insectelor, mai ales la *Lepidoptere.* De asemenea, H.Caradja (1861-1956), entomolog cu renume, are lucrări mai ales asupra microlepidopterelor şi a alcătuit o colecție cu 140 de mii de exemplare, care se găseşte la Muzeul de istorie naturală „ Grigore Antipa” din Bucureşti.

În Transilvania, o serie de cercetători s-au ocupat de studiul insectelor, printre care amintim: I. Friwaldski (1851), K. Fuss (1874), Al. Mocsàry (1872), A. Műller etc. La Iaşi, profesorul I. Borcea înființează primul laborator de entomologie pe lângă catedra de zoologie, unde a studiat afidele şi zoocecidele, elevii săi, M. Constantineanu se ocupă cu rolul *Ichneumonidelor* în combaterea biologică, iar P. Şuster cu speciile de *Tachinidae*.

La Bucureşti, în 1925, prof. A.P. Bâznoşanu a înființat secția de entomologie în cadrul Universității. Elevii săi, M. A. Ionescu a efectuat studii de entomologie generală şi aplicată, abordând speciile de *Apterygote, Cynipide* şi *Diptere*; C. Bogoescu cu speciile de *Efemeride,* iar Ecaterina Dobreanu cu

Homopterele.

În 1929, odată cu înfiinţarea Institutului de Cercetări Agronomice, se organizează *„Staţiunea de entomologie*" condusă până în 1945 de W. Knechtel, iniţiatorul cercetărilor de entomologie agricolă.

Cercetările de entomologie au fost aplicate şi diversificate în centrele universitare de numeroşi cercetători şi cadre universitare: M. Ionescu, C. Manolache, Florica Manolache, S. Panin, A. Săvescu, Gh. Boguleanu, Adriana Murgoci , A. Popescu Gorj, Eugen Niculescu, M. Ieniştea, R. Codreanu, M. Peiu, C. Pisică, I. Andreescu, M. Varvara, Gh. Mustaţă, R. Constantineanu, T. Perju etc.

Entomologia forestieră s-a dezvoltat paralel cu celelalte ramuri ale entomologiei aplicate. Ea are ca obiect de studiu, morfologia, biologia şi ecologia insectelor forestiere dăunătoare şi folositoare, pentru realizarea echilibrelor trofice, prin aplicarea de măsuri de combatere integrată, care să favorizeze dezvoltarea faunei utile, iar intervenţiile umane să fie cât mai reduse.

La început, preocupările silvicultorilor au avut în vedere prevenirea şi combaterea unor insecte dăunătoare, prezenţa omizii păroase a stejarului *Lymantria dispar* în pădurile de quercinee, a înmulţirii ipidelor în pădurile cu doborâturi, interzicerea păşunatului etc.

În 1927 a apărut prima lucrare de entomologie forestieră de G.M. Iacobescu intitulată *Instrucţiuni pentru combaterea insectelor din pădurile de răşinoase*. Prof. Gr. N. Eliescu a publicat, în 1940, primul manual de „*Protecţia pădurilor"*, predat la Facultatea de Silvicultură –Bucureşti, urmate de alte manuale publicate în 1943 şi 1952.

Din anul 1951 s-a trecut la semnalarea şi înregistrarea dăunătorilor, alcătuindu-se situaţii fitosanitare la nivel de ţară, precedate de măsuri de combatere. Introducerea în anul 1959 a unei metodologii de depistare şi prognoză a înmulţirii dăunătorilor forestieri, a îmbunătăţit cunoaşterea fitosanitară a pădurilor, în ultimul timp publicându-se periodic, *Starea fitosanitară a pădurilor din România.*

Cercetările de entomologie forestieră iau avânt odată cu înfiinţarea Institutului de cercetări şi amenajări silvice (ICAS) şi a staţiunilor subordonate, unde funcţionează laboratoarele de entomologie şi fitopatologie.

O personalitate marcantă în acest domeniu a fost profesorul Grigore Eliescu (1898-1975), care a predat cursuri la Facultatea de Silvicultură din Bucureşti, Braşov şi a condus laboratorul de entomologie din cadrul ICAS. Dintre colaboratorii săi cei mai apropiaţi citǎm pe Şt. Negru, M. Ene, I. Ceianu, G. Dissescu.

Un pas important în preocupările specialiştilor este introducerea monitoringului forestier în pădurile din România, urmărindu-se anual starea de sănătate şi luarea măsurilor celor mai adecvate.

3. Caracterizarea generală a insectelor şi poziţia lor sistematică

Din punct de vedere sistematic, *Insecta* formează o clasă a încrengăturii *Arthropoda,* alături de *Trilobiţi, Paleostracee, Crustacee, Arachnide, Pantopode, Tartrigrade şi Miriapode.*

Segmentele corpului sunt grupate în trei regiuni: cap, torace şi abdomen. Capul este prevăzut cu organe de simţ, ochi, o pereche de antene şi trei perechi de piese bucale. Toracele prezintă trei segmente: protorace, mezotorace şi metatorace şi este prevăzut cu trei perechi de picioare şi două perechi de aripi.

Abdomenul prezintă cel mult 12 perechi de segmente (cel mai adesea 10-11). În abdomen se găsesc organele interne şi în majoritatea cazurilor este lipsit de apendice.

Musculatura corpului este striată şi puternic diferenţiată, datorită complexităţii mişcărilor corpului şi apendicelor, cunoscându-se 230 de muşchi. Tubul digestiv anterior şi posterior este de natură ectodermică şi acoperit cu chitină, iar cel mijlociu de natură endodermică. Aparatul excretor este reprezentat prin tuburi oarbe, numite tuburile lui Malpighi, care se varsă la limita dintre intestinul mijlociu şi cel posterior.

Aparatul circulator este deschis, reprezentat de un vas sanguin dorsal, cu ostiole, înconjurat de pericard. Aparatul respirator este trahean, de natură ectodermică răspândit în tot corpul. Cavitatea generală este un mixocel, umplut în mare parte cu ţesut adipos.

Organele de simț sunt variate şi răspândite pe tot corpul, cele mai complexe fiind organele vederii. Au sexe separate, mai rar sunt hermafrodite. Majoritatea insectelor se reproduc amfigonic (au ambele sexe) şi se dezvoltă cu metamorfoză, dar se întâlnesc fenomene de partenogeneză şi poliembrionie.

Capitolul II

MORFOLOGIA EXTERNĂ A INSECTELOR

Clasa *Insecta* aparţine sistematic de încrengătura *Arthropoda*, cu corpul segmentat, dar grupat în trei regiuni distincte : cap, torace şi abdomen (fig. 1).

Se mai numesc şi *Hexapoda,* datorită prezenţei pe torace a celor trei perechi de picioare articulate .

Numărul segmentelor este 21, din care 6 formează capsula cefalică, 3 segmente toracele şi 12 abdomenul. Numărul de 21 de segmente se întâlneşte în cursul dezvoltării embrionare sau larvare. La adulţi multe segmente se unesc, altele se telescopează.

1. Capul şi apendicele sale

Capul este constituit dintr-o capsulă cefalică formată din unirea a 6 segmente sau metamere, cu două deschideri: orificiul bucal, în jurul căruia se găsesc piesele bucale, şi orificiul occipital, care face legătura cu toracele.

Pe suprafaţa capului se găsesc şanţuri sau *suturi* care nu corespund segmentelor, cu diferite denumiri: *sutura epicranială,* în formă de Y răsturnat, formată din şanţul median sau coronar şi şanţurile divergente sau frontale; *sutura clypeo – frontală* şi *sutura clypeo-labrală*. Pe suprafaţa capului, separate prin suturi, se delimitează următoarele regiuni: *vertexul* sau creştetul, în partea cea mai înaltă a capului, delimitat în partea anterioară de *frunte,* iar în partea posterioară de *occiput* sau ceafă. Fruntea se continuă în partea anterioară cu

scleritul *clypeus*. Pe părţile laterale ale capului între baza mandibulelor şi ochii compuşi se găsesc *obrajii* (gena). Posterior obrajilor, între ochii compuşi şi occiput, se localizează *tâmplele* (tempora), după care urmează *occiputul* şi *postocciputul* (fig. 2).

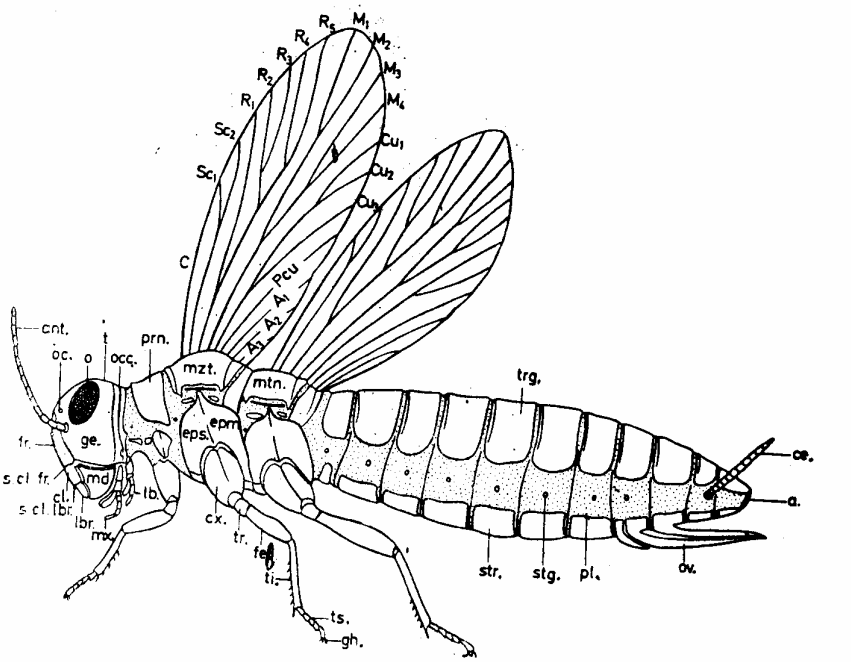


Fig. 1. Schema organizaţiei externe a unei insecte:

a-anus; ant.-antenă; ce-cerc; cl.-clypeus; cx.-coxa; epm.-epimerit; eps.-episternit; fe.-femur; ge.-gena; gh. –gheară; lr.-labium; lbr.-labrum; md,-mandibulă; mzt. –mezonot ;mtn.-metanot; mx.-maxilă; oc.-oceli; o.-ochi compus; occ.- occiput; ov.-ovipozitor; prn. –pronot; pl. –pleură; s.cl.fr. –sutura clipeo-frontală; s.cl.lbr. –sutura clipeo-labrală; str. –sternite; stg. –stigme; ti. –tibia; tr.-trochanter; ts. –tars; trg. – tergite (după Lăcătuşu şi Pisică).

La himenoptere, deasupra antenelor, se găseşte fruntea, iar la baza lor, faţa. La insecte se observă o corelaţie între forma capului şi modul lor de viaţă. Astfel, la insectele sedentare capul este mai mic decât restul corpului, cum este la *Cimex* şi alte specii parazite, în timp ce la insectele prădătoare (*F. Carabidae*) sau fitofage (*Lethrus)*, capul este mai mare decât restul corpului. Există un dimorfism sexual în ce priveşte mărimea capului (*Lucanus cervus).* La insectele numite trombari (*F. Curculionidae)* capul se prelungeşte în faţă ca un cioc numit şi

rostrum. La alte insecte, pe cap se găsesc diferite excrescenţe (*Oryctes nasicornis*).

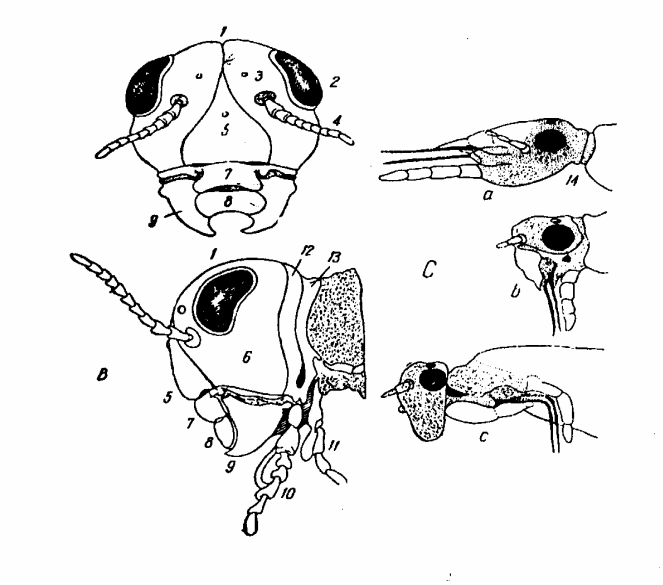


Fig. 2. Structura capsulei cefalice la insecte:

A-cap văzut din faţă; B –cap văzut din profil; 1 –vertex; 2 –ochi; 3 –oceli; 4 –antenă; 5 –frunte; 6 –genă; 7 –clypeus; 8 –labrum; 9 –mandibulă; 10 –maxilă; labium; -12 occiput; 13 –postocciput; C –a. cap prognat; b – cap ortognat; c-cap hipognat; 14- gula (după Weber).

Faţă de restul corpului, capul poate avea trei poziţii diferite (fig. 2): 1. *cap prognat* – când este situat în planul orizontal al corpului, cu piesele bucale îndreptate înainte (*Dermaptere* şi unele *Coleoptere);* 2. *cap ortognat* – situat perpendicular faţă de axa longitudinală a corpului şi cu piesele bucale îndreptate în jos (*Acrididae, Grillidae* etc.); 3. *cap hipognat* – situat oblic în jos şi cu piesele bucale îndreptate înapoi formând un unghi ascuţit cu axa orizontală a corpului (*Cicadidae, Psillidae, Thripidae* etc).

Capul are pe suprafaţa sa, doi ochi compuşi, oceli, o pereche de antene de forme şi mărimi diferite şi trei perechi de apendice care formează aparatul bucal. Ochii compuşi sau faţetaţi, de forme şi mărimi diferite, sunt perechi şi aşezaţi pe părţile laterale ale capului. La unele insecte ochii sunt foarte mari, ocupând cea mai mare parte din cap (*Odonata, Tabanidae*), iar la altele sunt foarte mici sau lipsesc (la speciile cavernicole *Staphylinidae, Carabidae* etc.).

Ochii simpli, pot fi *oceli,* situaţi pe frunte sau vertex (la insectele adulte şi la larvele insectelor heterometabole sau hemimetabole, numărul lor variază de la

1-3) şi *stemmata* – ochi simpli situaţi pe laturile capului la larvele insectelor holometabole (numărul lor variază între 8-12).

Antenele sunt o pereche de apendice, inserate în diferite poziţii faţă de cap (înaintea ochilor – preocular, între ochi – interocular, într-o scobitură a ochilor - inocular, sub ochi – subocular, superior pe vertex, inferior sub cap, pe o prelungire a capului numită *rostrum).* Pe antene se găsesc organe ale simţului olfactiv şi tactil.

O antenă se compune din: *scapus* sau articul bazal, care se inseră pe cap printr-o fosetă antenară, înconjurată de o ridicătură numită *condil antenifer*; pe scapus se inseră al doilea articul numit *pedicel,* acţionat de muşchii scapusului, care înclină antena; urmează *flagelul* sau *funiculul,* un grup de mai multe articule (fig. 3).

Mărimea antenelor variază foarte mult, unele insecte prezintă antene lungi, care depăşesc lungimea corpului (masculii la *Cerambyx cerdo*), sau foarte scurte (*Musca domestica, Libellula* sp.). Forma poate varia foarte mult. Pot fi drepte, când articulele antenale sunt aşezate pe o axă mediană, sau geniculate (îndoite), când primul sau primele articule sunt aşezate pe o axă şi următoarele pe o altă axă, formând între ele un unghi (fig. 4).

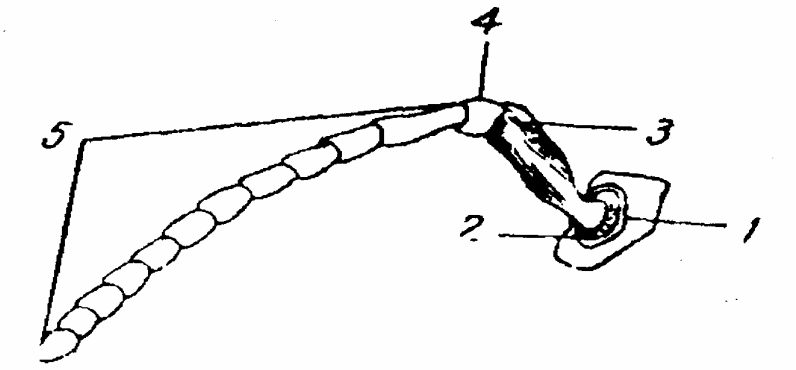


Fig. 3. Structura unei antene:

1-sutura antenală; 2- articulaţia antenei; 3 –scapus; 4 –pedicel; 5- flagel (după Snodgrass).

Antenele drepte pot forma următoarele tipuri: *setiforme,* cu articulele bazale mai groase, celelalte subţiindu-se treptat la vârf (*Orthoptera, Blatta orientalis*);

filiforme, articulele sunt de aceeaşi grosime şi cilindrice (*Carabus cancellatus, Lytta vesicatoria*); *moniliforme* – articulele au forma de butoiaş sau mărgele (*Blaps mortisaga, Opatrum* sp.); *serate*, cu articulele dezvoltate lateral, luând aspectul unor dinţi de ferăstrău (*Elateridae, Buprestidae*); *pectinate,* care pot fi monopectinate cu articulele dezvoltate pe o singură parte în formă de pieptene

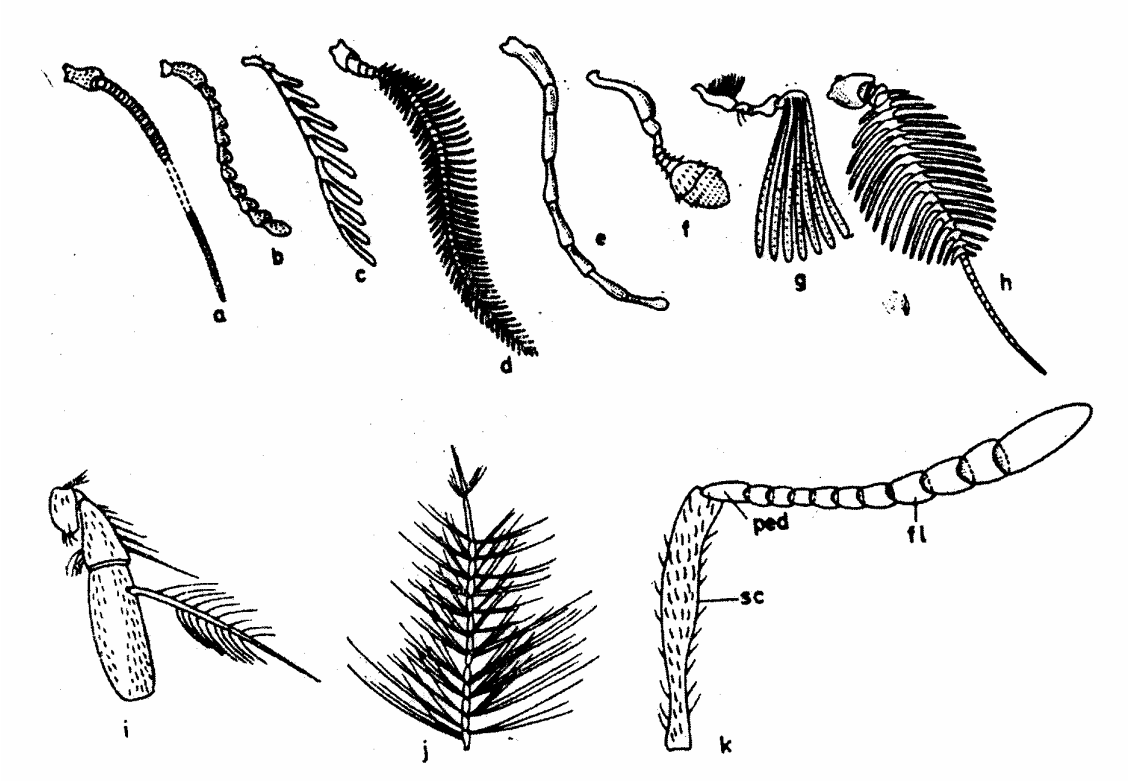


Fig. 4. Tipuri de antene la insecte:

a-setiformă (*Gryllotalpa gryllotalpa L.*); b,c,-serată (*Corymbites cupreus L.* ,femelă, mascul); d –pectinată (*Dicranura vinula L.*); e –filiformă (*Carabidae*); f –clavată (*Blastophagus piniperda L.*); g –lamelară (*Melolontha melolontha L.*); h –dublu pectinată (*Zeuzera pyrina L.*); i –aristată (*Musca domestica L.*); j – plumoasă (Culex pipiens L.); k –geniculată (*Formicidae*); fl.- flagel; ped. – pedicel; sc. scapus (după Lăcătuşu şi Pisică).

(*Corymbites pectinicornis*) şi *bipectinate,* cu articulele dezvoltate pe ambele părţi, în formă de pieptene dublu (masculii de *Lymantria dispar*, *Euproctis chrysorrhoea, Malocosoma neustria); plumoase* (*penate*), articulele prezintă peri lungi (*Culex pipiens*); *fusiforme*, la care porţiunea din mijloc este mai îngroşată decât extremităţile (*Zygena sp.*); *măciucate,* când articulele terminale se îngroaşă mult sub formă de măciucă (*Aporia crataegi)*; *neregulate*, când unul sau mai

multe articule antenale nu păstrează direcţia axei principale, formând unghiuri cu articulele vecine (*Meloe sp.)* şi *aristate* (*setifore*), formată din trei articule, din care al treilea este cel mai lung şi pe acesta se găseşte un păr numit *setă* sau *aristă* (*Musca domestica*).

La antenele *geniculate* există tipurile: *geniculat pectinate (Lucanus cervus*), *geniculat lamelate,* când ultimele articule antenale sunt transformate în lamele şi se întâlneşte la cărăbuşi, servind la determinarea sexelor (la *Melolontha melolontha*, femela are 6 lamele, masculul 7; *Polyphylla fullo*, femela 5 lamele, masculul 7; *Amphymallon solstitialis* şi *Rhizotrogus aequinoctialis*, cu 3 lamele, deosebindu-se între ele, după numărul total de articule antenale, 9 şi respectiv 10) şi *geniculat măciucate (Ipidae).*

Aparatul bucal – este format dintr-o serie de piese care se găsesc în jurul gurii şi are rol de apucare, sfărâmare şi introducere a alimentelor în gură. După natura hranei, solidă sau lichidă, piesele bucale au suferit modificări din punct de vedere morfologic şi funcţional, deosebindu-se mai multe tipuri. Insectele dăunătoare au aparatele bucale conformate pentru rupt şi mestecat şi înţepat şi supt.

Aparatul bucal pentru rupt şi masticat este cel mai primitiv şi caracteristic multor grupe de insecte; *Apterygota, Orthoptera, Coleoptera,* unele *Hymenoptere*, larvele de *Lepidoptere* etc. Forma caracteristică găsindu-se la *Orthoptera,* se mai numeşte *aparat bucal orthopteroid* (fig. 5).

Labrum, sau buza superioară, reprezintă o prelungire a capului ca o piesă nepereche, articulată mobil la clypeus, chitinizată şi de formă variată, care închide orificiul bucal în partea superioară. Partea dorsală a cavităţii bucale proeminează sub forma unei cute alcătuind *epipharinxul*.

Mandibulele sunt aşezate faţă în faţă, sub labrum, şi servesc la ruperea şi mărunţirea hranei; sunt puternic chitinizate şi prevăzute cu dinţi pe marginea internă. Ele suferă modificări în funcţie de calitatea hranei, astfel la *Melolontha melolontha* au o suprafaţă de masticaţie (molari) cu numeroase creste care servesc la triturarea hranei; la *Cicindella* sp., carnivoră, mandibulele sunt tăioase şi cu dinţi ascuţiţi şi puternic chitinizaţi (fig. 6).

Maxilele sunt piese perechi, simetrice, situate imediat sub mandibule, care servesc la triturarea alimentelor; sunt mai puţin chitinizate şi formate din *cardo,*

stipes, la care se prinde lateral un palp maxilar articulat şi distal, doi lobi maxilari: unul extern - *galea* şi unul intern – *lacinia*.

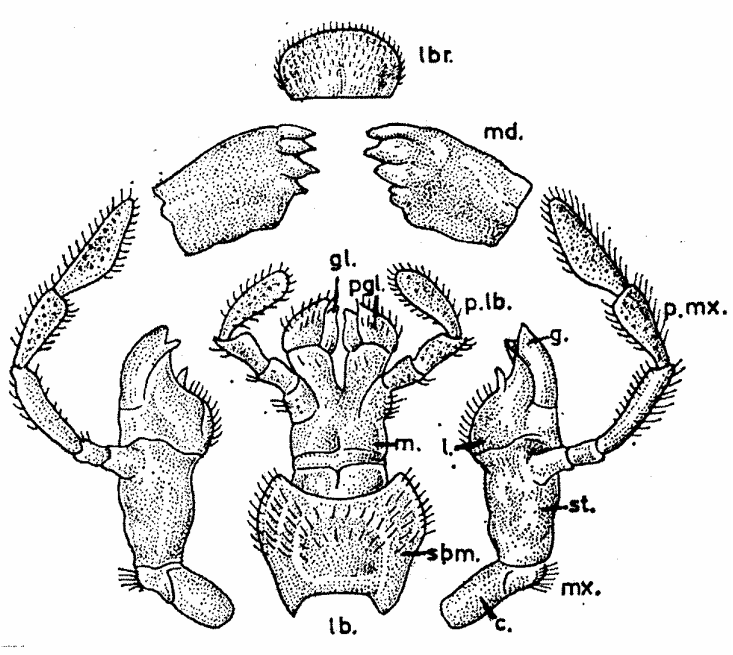


Fig. 5. Aparatul bucal pentru rupt şi masticat (*Blatta orientalis L.*)
c-cardo; g –galea; gl. –glosse; l – lacinia; lbr.-labrum; m –mentum; md. – mandibule; mx. - maxile; p.lb. –palp labial; p.mx.-palp maxilar; pgl. – paragalosse; st. – stipes; sbm. – submentum (după Lăcătuşu şi Pisică).

Labium, sau *buza inferioară*, este o piesă nepereche care provine din unirea parțială a două perechi de maxile. Porțiunea bazală este constituită dintr-o piesă bazală – *submentum*, de care anterior se prinde mobil – *mentum.* De mentum, la exterior se fixează o pereche de palpi labiali (obişnuit din trei articule), spre interior se articulează doi lobi labiali externi (paraglosse) şi doi lobi labiali interni (glosse). Labium închide orificiul bucal în partea inferioară.

Fig.6. Mandibulă de:
A.*Cicindella*; B.*Melolontha melolontha L.*

În aparatul bucal primitiv, în funcție de tipul de hrană, s-au produs modificări puternice:

Aparatul bucal pentru înțepat şi supt (fig. 7) este caracteristic speciilor din ordinele *Heteroptera, Homoptera, Thysanoptera* şi unor *Diptere*. Are în componența sa piese modificate pentru hrănirea cu lichide din țesuturi, alcătuind *trompa*. Mandibulele şi maxilele sunt alungite, flexibile, aciculare şi alăturate. Cu mandibulele, aciculare şi dințate la vârf, se perforează țesuturile, iar cu maxilele se aspiră sucul celular. Maxilele formează un *canal superior* sau *alimentar,* prin care se aspiră seva din țesuturi şi altul, *inferior* sau *salivar,* prin care saliva este injectată în țesut. Mandibulele şi maxilele stau în jgheabul longitudinal al buzei inferioare formată din 4 articule. Buza superioară este mai scurtă decât celelalte piese şi formează capacul care închide jgheabul buzei inferioare; nu participă la străpungere, întăreşte stileții şi palpează suprafața țesuturilor. La *Culicide* labiul nearticulat este foarte flexibil şi are la vârf două pernițe (labele) ce reprezintă palpii labiali modificați. Aspirarea lichidului hrănitor se efectuează printr-un canal alimentar format de labrum, tubuliform şi închis de hipofaringe, străbătut de canalul salivar.

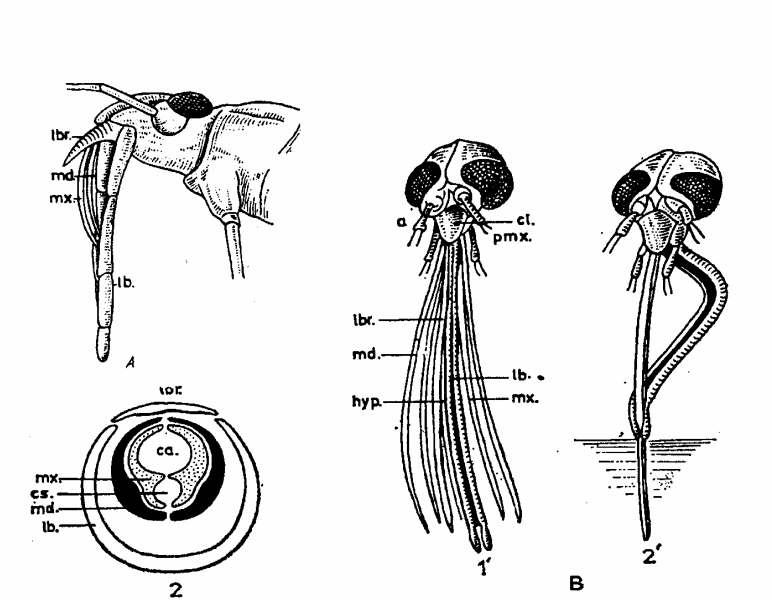


Fig. 7. Aparat bucal pentru înțepat şi supt:

A –la *Pyrrochoris apterus L.*; 1-aspect general; 2 – secțiune transversală; B –la *Anopheles maculipennis Meig.*: 1 – aspect general; 2 –trompa în poziție funcțională; a – antene; ca –canal alimentar; cl. –clypeus; cs. –canal salivar; hyp.-hipofarinx; lb. –labium; lbr. labrum; md. –mandibulă; mx. –maxile; pmx. –palp maxilar (după Lăcătuşu şi Pisică).

Aparatul bucal pentru rupt, supt şi lins este prezent la *Apoidea* şi este apropiat de aparatul bucal de rupt şi masticat (fig. 8).

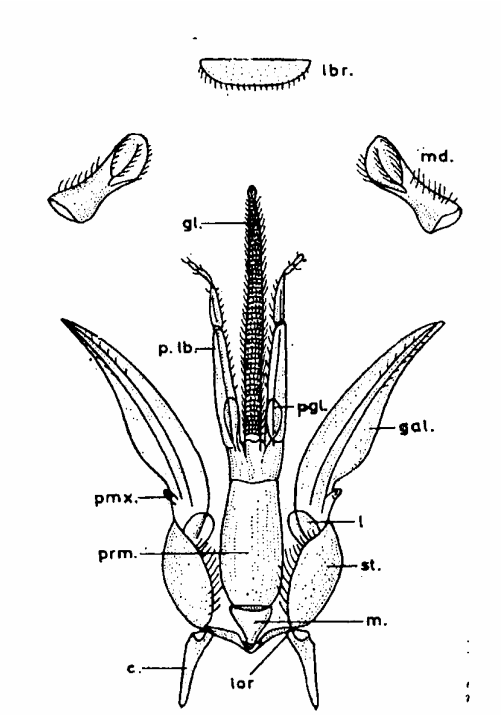


Fig . 8. Aparat bucal pentru rupt, supt şi lins (*Apis mellifica L*).

c – cardo; gal. – galea; gl. –glosse; l. – lacinia; lbr. –labrum; lor. – lorum; m. – mentum; md. – mandibule; pgl. – paraglosse; plb. –palpi labiali; pmx. – palp maxilar; st. -stipes (după Lăcătuşu şi Pisică).

Astfel, buza superioară şi mandibulele au rămas nemodificate, iar maxilele au suferit transformări: *cardo* a căpătat forma unui bastonaş, *stipesul* forma unei plăci, lobul extern forma unei lame, iar palpii maxilari s-au redus la două articule; buza inferioară s-a modificat cel mai mult, palpii labiali s-au transformat din organe de simț în organe de luat hrana, paraglosele s-au redus, glosele au fuzionat între ele, s-au alungit mult, formând *limba* acoperită cu perişori. Acestea, împreună cu lobii externi ai maxilelor şi palpii labiali, formează trompa de sugere a substanțelor lichide; maxilele unite cu labium formează un complex labio-maxilar; insectele cu acest aparat se hrănesc cu nectar şi polen;

-Aparatul bucal pentru supt este construit sub forma unei trompe sugătoare şi se întâlneşte la fluturi, care se hrănesc cu lichide în cavități deschise (nectar, apă) (fig. 9).

Trompa s-a format din dezvoltarea primei perechi de maxile, mai cu seamă a lobilor externi (galea); celelalte piese s-au redus, buza superioară şi mandibulele abia se disting, iar buza inferioară formează o placă mică triunghiulară, prevăzută cu palpi triarticulați. În stare de repaus, trompa stă în spirală, ascunsă pe partea ventrală, iar în funcțiune, cu ajutorul muşchilor, trompa se întinde şi pătrunde în corola florilor;

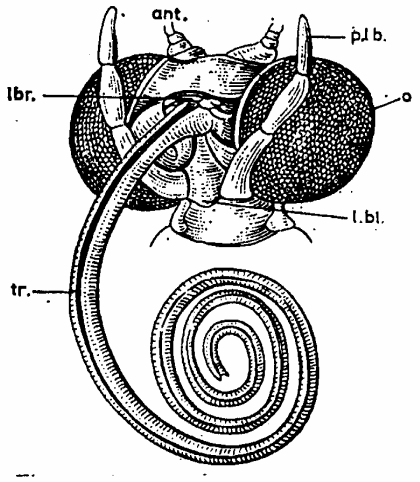


Fig. 9. Aparat bucal pentru supt la lepidoptere :
ant. –antene; l.bl. –labium; lbr. – labrum; o. – ochi compuşi; plb. – palpi labiali; tr. –trompa (galea).

-Aparatul bucal pentru lins şi supt este prezent la *Diptera,* la care trompa este formată de labium, foarte dezvoltat, cărnos, în lung cu canalul alimentar (aspirație labială), cu palpii labiali transformați în labele, situate la vârful trompei şi cu numeroase capilare, ce servesc pentru lins hrana (fig. 10). Celelalte piese bucale, labrum-ul, mandibulele şi maxilele (cu excepția palpilor maxilari) sunt reduse.

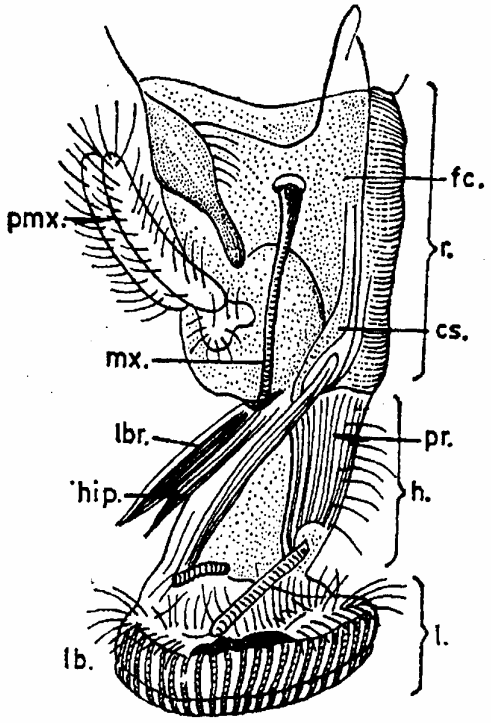


Fig. 10. Aparatul bucal pentru lins şi supt (Musca domestica L.):
Cs. –canal salivar; fc. – fulcrum; l. –labellum; lb. –labele; lbr. –labrum; hyp. –hipofarinx; mx. –maxile; pmx. –palpi maxilari (după Lăcătuşu şi Pisică).

2. Toracele şi apendicele sale

Toracele este a doua regiune a corpului alcătuit din trei segmente: segmentul anterior (*protorace*), median (*mezotorace)* şi posterior (*metatorace).* Fiecare segment poartă câte o pereche de picioare, iar pe mezo - şi metatorace, câte o de pereche aripi. Segmentele sunt alcătuite dintr-o serie de scuturi sau sclerite, care se numesc *tergum,* sau *notum*, pentru scleritul dorsal, *sternum,* sau *gastrum,* pentru scleritul ventral şi *pleure,* scleritele laterale, care unesc pe cele două. Mezo- şi metanotul şi, mai rar, pronotul sunt divizate în mai multe regiuni (4) şi anume: tergum prezintă în partea anterioară - *prescut*, mediană - *scut,* posterioară - *scutellum* şi *postscutellum*, intim sudate între ele; asemănător şi sternul este împărţit în: *presternum, sternum, sternellum şi poststernellum*: pleurele sunt alcătuite din două sclerite, anterior - *epistern* şi posterior - *epimerum*, separate printr-o sutură pleurală, oblică (fig. 11).

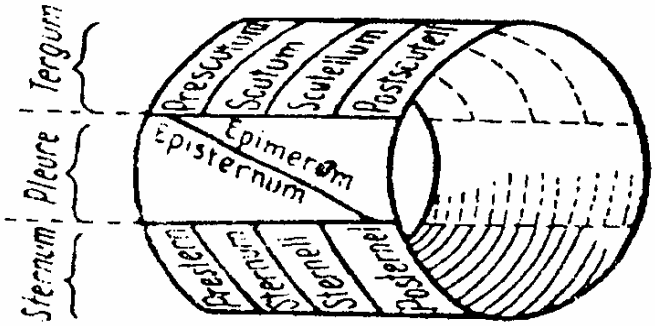


Fig. 11. Sleritele unui segment toracal (după Constock)

Legătura dintre pleure cu tergitele şi sternitele se realizează prin membrane de articulaţie - *conjun - tive*, care dau posibilitatea de mărire a volumului în timpul respiraţiei, hrănirii, reproducerii etc. Pe conjunctive se găsesc *stigmele*, care sunt orificii respiratorii.

Dezvoltarea segmentelor toracelui diferă după modul de viaţă al insectelor: la insectele alergătoare, înotătoare, săritoare şi săpătoare, protoracele este bine dezvoltat şi mobil legat; la cele bune zburătoare (libelule, fluturi, diptere, himenoptere etc) mai dezvoltate sunt mezo - şi metatoracele, iar cele trei segmente sunt sudate între ele, în majoritatea cazurilor fiind imobile. La insectele

apterigote segmentele toracice sunt asemănătoare şi mobil articulate unele cu altele.

Apendicele toracelui. Picioarele. Pe fiecare segment toracic se articulează o pereche de picioare, pe partea latero-ventrală, în cavităţile coxale formate de scleritele pleurale şi sternite. Piciorul este alcătuit, în general, din: *coxă, trochanter, femur, tibie şi tarse*.

Coxa este piesa care face legătura cu toracele, articulându-se prin doi condili în *cavitatea cotiloidă.* Poate avea diferite forme: cilindrică, globuloasă, alungită, scurtă etc. şi poate fi împărţită în partea anterioară, *subcoxă* (*coxa vera*) şi posterioră *coxa* (*meronul*) (fig. 12).

Trochanterul poate fi imobil, când este sudat lateral cu femurul sau mobil, putând uneori fi compus din două articule: *trochanter* şi *trochanterel* (*Odonate* şi unele *Hymenoptere* parazite).

Femurul, piesa cea mai dezvoltată a piciorului, este prins de trochanter printr-o articulaţie care permite o slabă mişcare orizontală; are în general o formă alungită şi prezintă pe suprafaţa lui spini, dinţi, peri etc.

Tibia este articulată la femur printr-o membrană care permite o apropiere de femur şi are formă alungită prezentând pe margine diferite formaţiuni: dinţi, peri, gropiţe etc. La unele insecte baza tibiei prezintă ,de o parte şi de alta, câte o fisură longitudinală, sau ovală, în care este adăpostit organul auditiv (organul timpanal la *Gryllotalpidae, Locustidae*). Articulaţia dintre femur şi tibie se numeşte genunchiul piciorului.

Tarsul, ultima parte a piciorului, este formată din mai multe articule (maximum cinci). La *Apterygota (Protura,Thysanura* etc) tarsul este format dintr-un singur articul, sau este fuzionat cu tibia formând o singură piesă, tibio-tarsul (*Collembole*). La insectele *Pterygote*, în majoritatea cazurilor, tarsul este format din 3-5 articule, primul articul mai dezvoltat se numeşte *metatars*, iar ultimul *pretars*; pretarsul poartă 1-2 gheare, care pot avea diferite forme: dinţate, despicate, pectinate etc. Între gheare se pot găsi formaţiuni speciale, în general cu funcţii adezive, cum ar fi: *empodium*, o prelungire mediană de forma unui păr, *arolium*, o prelungire sub formă de lob şi *pulvillus* format din două prelungiri sub formă de lobi (perinițe) (fig. 13). Atât ghearele cât şi arolium se articulează cu tarsul, printr-o placă chitinoasă - *unguitractor*.

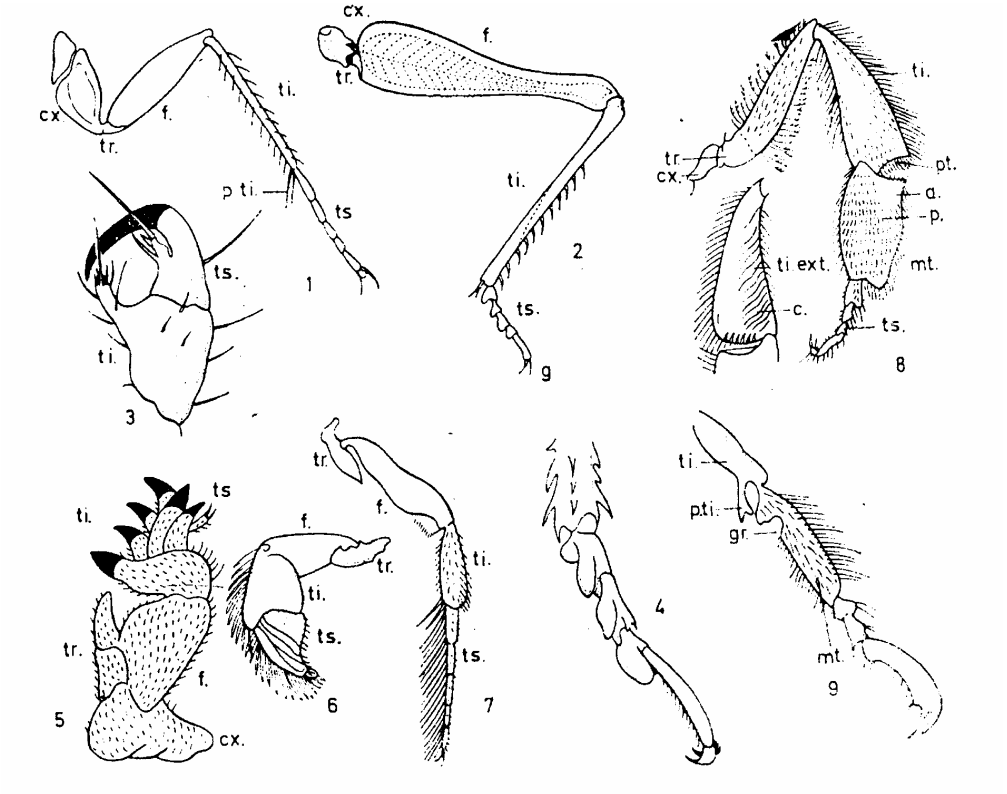


Fig. 12. Tipuri de picioare:

1 –picior pentru mers şi alergat (*Blatta orientalis L.*) ; 2 –picioare pentru sărit (*Decticus verrucivorus L.*); 3 –picior prexensil (*Pediculus*) ; 4 – tarsul la *Orthoptera*; 5 –picior pentru săpat (*Gryllotalpa gryllotalpa L.*) ; 6 – picior pentru înot (*Gyrinus*); 7 –picior pentru înot (*Dytiscus marginalis L.*); 8 – picior colector (picior posterior la *Apis mellifica L.*); 9 – aparat de curățat antene (picior anterior de *Apis mellifica L.*); a-auriculum; c – coşuleț (tibie externă; c –coxa; ez. –femur; g. – gheară; gr. – gropiță; ts. –tars; p. –periuță; pt. – pieptene tibial; ti. – tibia; tr. –trochanter.

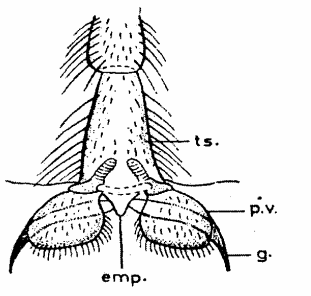


Fig. 13. Tarsul la *Musca domestica L.*
emp. - empodium; g –gheară; p.v. - pulvili; ts. –tars.

În general, funcția de bază a picioarelor este locomoția, dar după mediul în care trăiesc acestea suferă modificări. Unor insecte parazite aproape că le dispar picioarele (femelele din *Stresiptera).* Se deosebesc următoarele tipuri de picioare:

-*pentru mers sau alergat*, la care toate părțile componente sunt aproape uniform dezvoltate în lungime şi grosime,

corelat cu pierderea capacității de zbor (*Carabidae, Cicindelidae, Blattidae* etc);

-*pentru sărit*, la care femurele picioarelor posterioare sunt lungi şi îngroşate (*Acrididae* etc) sau coxa şi trochanterul sunt mai mult dezvoltate (*Cicacidae, Psyllidae, Halticinae* etc);

-*pentru apucat* sau *prehensoare*, se întâlnesc la speciile prădătoare, la care picioarele anterioare au coxele lungi, trochanterele scurte, femurele şi tibiile sunt mult alungite şi prevăzute cu spini. Tibiile pătrund într-o cavitate a femurelor ca într-o teacă (*Mantis religiosa*, păduchi paraziți - *Malophaga*);

-*pentru săpat*, picioarele anterioare sunt scurte, cu tibiile mult lățite şi prevăzute pe margini cu 4 dinți puternici, primele două articule ale tarsului transformate în dinți. Sunt caracteristice insectelor care trăiesc în sol (*Gryllotalpa gryllotalpa*, unele specii de *Scarabeidae);*

-*pentru înotat*, la care articulele sunt lățite şi prevăzute cu franjuri de peri pe margine, mărind suprafața de bătaie a apei *(Dytiscus, Hydrous*);

-*pentru fixat* (*aderente*), la care tarsele anterioare au primele articule mult lățite, sub forma unui disc prevăzut ventral cu numeroase ventuze; se întâlnesc la masculii de *Dytiscus*, folosite la fixat pe spatele femelei, în timpul împerecherii;

-*pentru curățat polenul*, la picioarele anterioare ale unor *Hymenoptera,* metatarsul are o gropiță cu peri ca la pieptene, iar vârful tibiei prezintă un pinten cu peri fini, ce formează un fel de cleşte prin care trece antena la curățat;

-*colectoare de polen* - sunt cele posterioare de la *Apis mellifica*; pe fața externă, tibia este scobită şi înconjurată de peri ce formează „coşulețul", unde se adună polenul, iar pe partea internă metatarsul prezintă şiruri de peri ce alcătuiesc „periuța", care serveşte la strângerea grăuncioarelor de polen.

Aripile sunt organe de zbor şi, în general, insectele prezintă două perechi de aripi, inserate pe mezo - şi metatorace, în dreptul scutului (între tergum şi pleure). Insectele inferioare sunt primar lipsite de aripi şi se numesc *Apterygote*. Sunt unele insecte cu aripi – *Pterygote* - care au pierdut în mod secundar aripile ca rezultat al vieții parazitare (*Anoplura, Malophaga, Aphaniptera, Cimicidae* etc), sau numai la unul din sexe (la femelele de *Operophthera brumata, Erannis defoliaria, Quadraspidiotus perniciosus* etc). Sunt *Pterygote* la care aripile anterioare sunt bine dezvoltate, iar cele posterioare reduse sau transformate în haltere sau balansiere *(Diptera*), sau lipsesc complet (la masculii de *Coccidae*).

La alte insecte lipsesc numai aripile anterioare (*Stresiptera*).

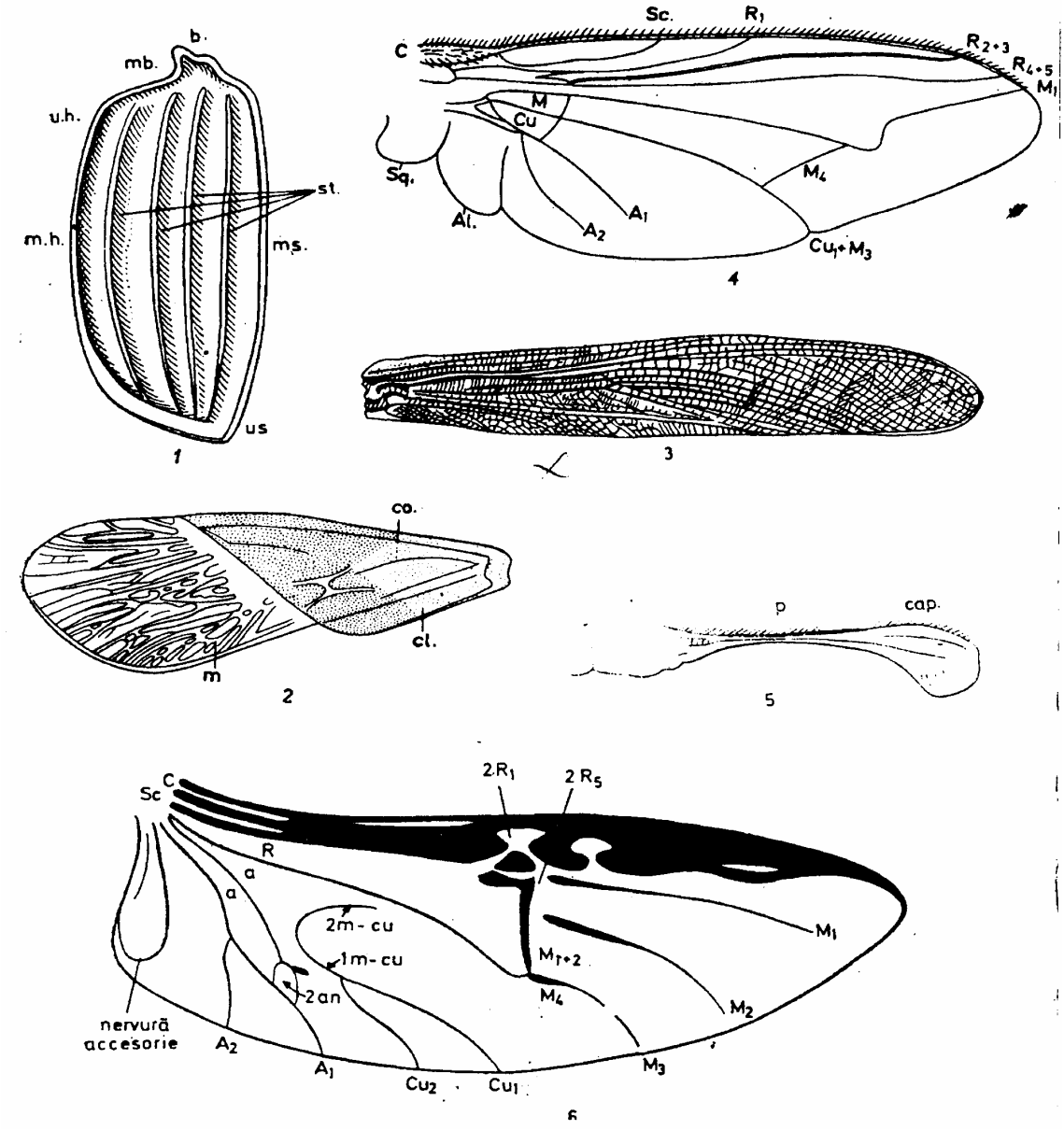


Fig. 14 .Tipuri de aripi la insecte :

1–elitra (Melolontha melolontha L.); b. – baza; mb. –margine bazală; m. h. – margine humerală; ms. –margine suturală; u.h. –unghi humeral; us.- unghi sutural; st. – striuri; 2 –hemielitra ; cl. – clavus; co. – corium; m. – membrana; 3 –tegmina; 4 – aripa anterioară de la Musca domestica L. ; A –anale; Al. – alulla; C. – costala; R – radiala; Sc. –subcostala; sq. –squamă alară; 5-balansieră de la Musca domestica L.; b. – baza; cap. –capitulum; p. – pedicel; 6 – aripa posterioară la Cicindella campestris L.; An.-anale; C –costala; Cu. – cubitala; M. –mediale; m.cu. –medio –cubitală; R. –radiale; Sc. –subcostale (după Lăcătuşu şi Pisică).

În afară de cele două perechi de aripi, la unele insecte mai există apendice dorsale situate pe torace, care ajută la zbor, cunoscute sub numele de *patagia* (la unele *Lepidoptera*) sau *tegule* (*Homoptera, Trichoptera*, unele *Hymenoptera*).

La majoritatea insectelor aripile anterioare sunt mai mari decât cele posterioare, la altele sunt mai mari cele posterioare (*Plecoptera, Orthoptera*) sau aproape egale (*Odonata).* Aripile sunt expansiuni ale tegumentului, formate din două membrane suprapuse, intim sudate una de alta, prevăzute cu nervuri care sunt tuburi chitinoase, în interiorul cărora trec nervii, traheele, hemolimfa şi formează scheletul aripilor.

În general, forma aripilor este triunghiulară, deosebindu-se: *baza,* care face legătura cu toracele, opus acesteia, *vârful aripii* sau *apex, marginea anterioară* sau *costală*, şi *marginea posterioară* sau *anală*; unghiul format de marginea anterioară cu corpul insectei se numeşte *unghi humeral*, iar cel format de marginea posterioară cu corpul, *unghi anal* (fig. 14).

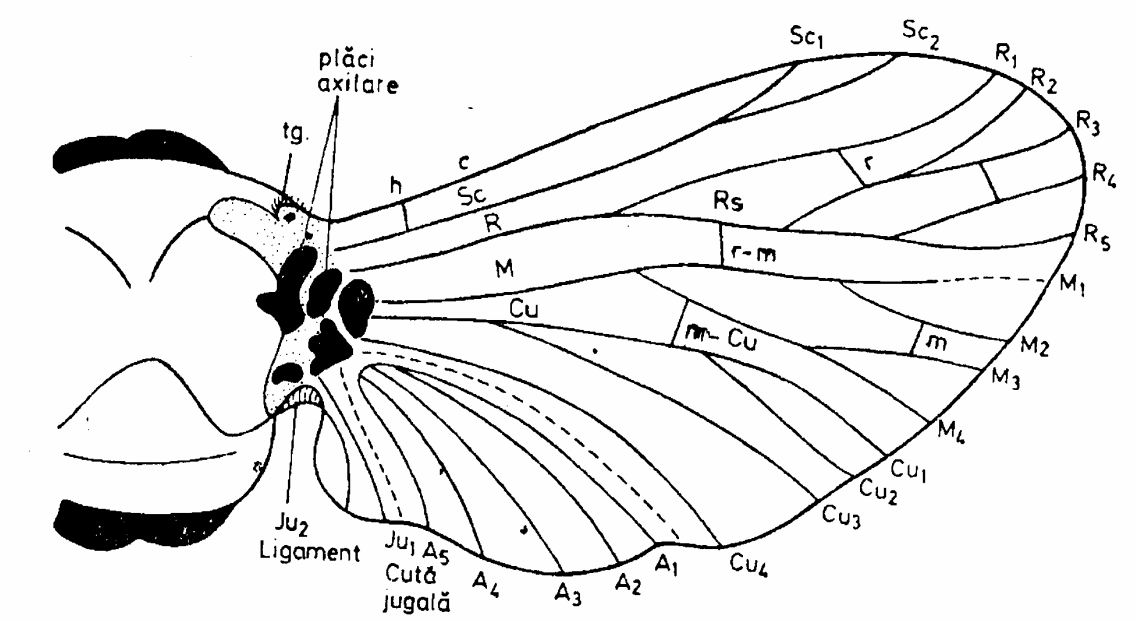


Fig. 15 .Schema nervației tip a unei aripi :

A –anale; C. –costala; Cu. –cubitale; Ju. –jugale; H. – humerală; M. – mediale; R. –radiale; Sc. –subcostale; tg. –tegula (după Lăcătuşu şi Pisică).

Pe suprafața aripii se găsesc o serie de nervuri longitudinale şi transversale, care delimitează câmpuri şi „celule" cu rol important în sistematică. Nervurile longitudinale au denumiri speciale: *costala* (C) situată la marginea anterioară a

aripii; *subcostala* (Sc) cu una sau două ramuri (Sc1-Sc2); *radiala* (R) cu cinci ramuri (R1,R2,R3,R4,R5*); mediana* (M) cu patru ramuri (M1,M2,M3,M4); *cubitala* (Cu) cu două ramuri (Cu1,Cu2) şi *anala* (A) cu trei ramuri (A1,A2,A3) (fig. 15). În ce priveşte nervurile transversale, acestea capătă denumirea nervurilor longitudinale pe care le unesc (de ex. nervura radio-mediană, medio-cubitală etc).

Forma, mărimea, nervaţiunea şi structura aripilor diferă de la un grup de insecte la altul şi prezintă importanţă în sistematica acestora. Din punct de vedere a nervaţiunii sunt mari variaţii. Pe aripile libelulelor se găsesc numeroase nervuri longitudinale şi transversale, care formează o reţea deasă, pe când aripile anterioare ale coleopterelor sunt lipsite de nervuri.

Din punct de vedere a consistenţei deosebim următoarele tipuri de aripi :

-*elitre*, aripi puternic chitinizate, cum sunt aripile anterioare de la gândaci *(Coleoptera*), nu servesc la zbor, ci au un rol de protecţie a aripilor membranoase şi a corpului;

-*hemielitre*, aripi pe jumătate elitre, cu o porţiune bazală chitinoasă numită *corium* şi una distală membranoasă numită *membrană*; la marginea posterioară, în dreptul corium-lui se află o lamă îngustă, articulată mobil numită *clavus*; se întâlnesc la *Hemiptere (Heteoptere);*

-*tegmine,* pergamentoase, slab chitinizate menţin nervurile longitudinale (*Orthoptera,Blatta orientalis*);

-*membranoase*, întâlnite la majoritatea *Hymenopterelor*; acoperite cu solzi, la *Lepidoptere* şi cu perişori, la *Trichoptere.*

Zborul se realizează fie prin mişcarea separată a fiecărei perechi de aripi, fie prin mişcarea comună a ambelor perechi, când acestea se prind unele de altele prin dispozitive speciale, cum ar fi: peri rigizi, tufe de peri, cârlige şi excrescenţe (fig. 16).

La *Lepidoptera* aripile speciilor primitive se cuplează prin *jugum* (o prelungire a aripilor anterioare, cu peri, ce se prinde de nervura costală, întărită, a aripilor posterioare), iar la cele superioare prin *frenulum* (o prelungire a aripilor posterioare, care se prinde de un dispozitiv numit *retinaculum*, de la marginea anală a aripilor anterioare). La *Hymenoptera* cuplarea se face prin *hamuli,* constituiţi din cârlige pe aripile posterioare, care se prind de îndoitura celor

anterioare. La *Homoptera*, cuplarea se face prin îmbinarea marginii răsucite a aripilor posterioare cu o adâncitură a aripilor anterioare, iar la *Heteroptera,* între două creste ale marginii aripilor anterioare, mărginite de perişori erecţi, se introduce marginea îngroşată a aripilor posterioare.

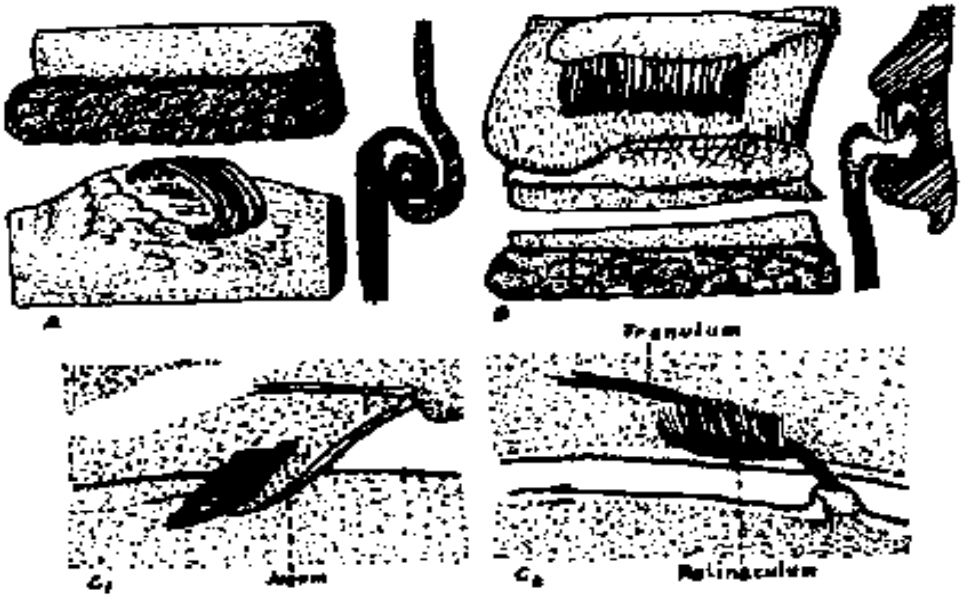


Fig. 16. Dispozitive de cuplare a aripilor la insecte:
A.la *Homoptere-Aphidina* (*Drepanosiphum* sp.);
B. la *Heteroptere* (*Graphosoma* sp.);
C.la *Lepidoptera*: C1 Jugate (*Hepialus* sp.); C2 Frenate (*Plusia* sp.)

Numărul loviturilor aripilor pe secundă variază mult la diferite insecte, de la 5-10 lovituri/secundă la fluturii mari, diurni, până la 440 la albină. Corespunzător, şi viteza este diferită, între 7-25 Km/h. În timpul repausului cele două perechi de aripi pot lua diferite poziţii: sub formă de acoperiş (*Trichoptere,* unele *Cicadae*), orizontal pe corp (*Lepidoptere* nocturne, *Plecoptere*).

3. Abdomenul şi apendicele sale

Abdomenul, a treia regiune a corpului insectelor, este format din 12 segmente, dar se reduc la 9-10 segmente vizibile, datorită invaginării ultimului segment, fuzionării şi transformării în organe accesorii. Segmentele abdominale

(*uromere)* prezintă dorsal scleritele - *urotergite,* ventral - *urosternite* şi lateral – *uropleurite,* pe care se găsesc stigmele. Legătura segmentelor abdominale este făcută prin membrane conjuctive, care permit o mărire a volumului la abdomen.

La *Coleoptere* elitrele acoperă abdomenul şi îl protejează, astfel încât urotergitele sunt mai reduse şi slab chitinizate, urosternitele mai dezvoltate şi chitinizate, iar uropleuritele sunt împinse spre partea dorsală. La unele *Hymenoptere, Odonate* etc, urotergitele sunt mai dezvoltate iar pleuritele sunt împinse spre partea ventrală; la *Heteroptere*, pleuritele sunt reduse sau lipsesc, abdomenul fiind turtit dorso-ventral.

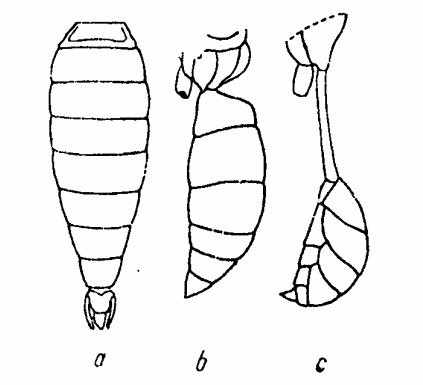


Fig. 17. Forme de abdomen la insecte : A –sesil (*Cossus*) ; b – suspendat (Scotia); peţiolat (*Pelopaeus*) (după Berlese)

Abdomenul poate avea forma: ovală, cilindrică, rotundă, lăţită, turtit dorso-ventral sau lateral etc. După felul cum se articulează cu toracele, abdomenul poate fi: *sesil,* atunci când se leagă de torace printr-o bază lată (*Coleoptere, Orthoptere, Blattoptere*), *suspendat,* la care primul segment abdominal este contopit cu metatoracele alcătuind un segment numit *propodeum*, iar al doilea este puternic îngustat anterior (*Vespidae*); *peţiolat* sau *pedunculat,* la care 1-2 segmente abdominale sunt îngustate ca un peţiol (*Formicidae, Ichneumonidae)* (fig. 17).

Apendicele abdomenului. În stadiul embrionar insectele prezintă rudimente de apendice abdominale care apoi dispar, sau se transformă în organe cu diferite funcţii ca: cerci, stili, ovipozitor, ac cu venin etc. La *Proture* există apendice mici pe primele trei segmente ale abdomenului. Insectele *Collembole* sunt prevăzute cu un apendice special numit *furca,* articulat pe urosternitul al patrulea şi care serveşte ca aparat de sărit.

Cercii sunt apendice articulate sau nearticulate, situaţi de obicei pe segmentul al 11-lea, cu rol de organe de simţ, organe ajutătoare în timpul copulaţiei (*Orthoptera*) sau organ de apărare *(Dermaptera).*

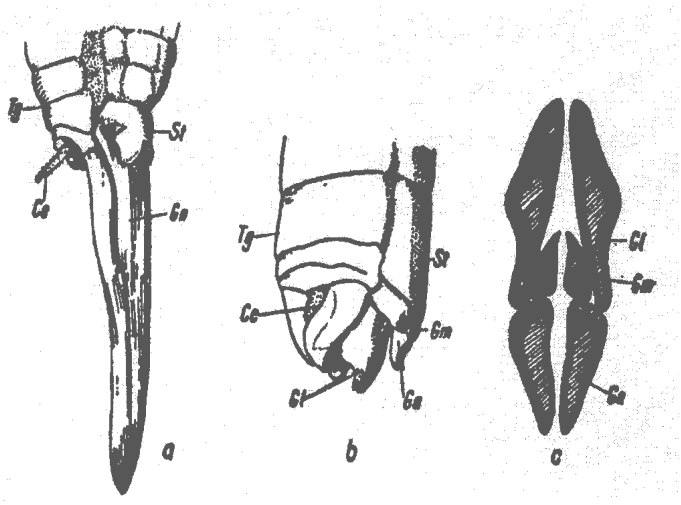


Fig 18.Forme de ovipozitor la orthoptere :
A –la o lăcustă (*Locusta*); b –la un acridid (*Acrididae*); c – secţiune transversală prin ovipozitorul de Locusta viridissima; Tg.-tergum; St.-sternum; Ce –cerci; Gn. –gonapofize; Ga. – gonapofize anterioare; Gm.-gonapofize mediane; Gl.-gonapofize laterale (după Weber).

Stilii sunt apendice perechi situaţi pe partea ventrală a abdomenului; la *Thysanure* şi *Diplure* se găsesc pe toate segmentele abdominale, iar la insectele superioare (*Blattidae, Gryllidae)* situate numai urosternitul 9 şi servesc ca organe de suport, de ridicarea abdomenului de pe sol.

La femelele unor insecte abdomenul este prevăzut cu un *ovipozitor* alcătuit din trei perechi de valve (gonapofize), care sunt apendice pe segmentele 8 şi 9 (fig. 18).

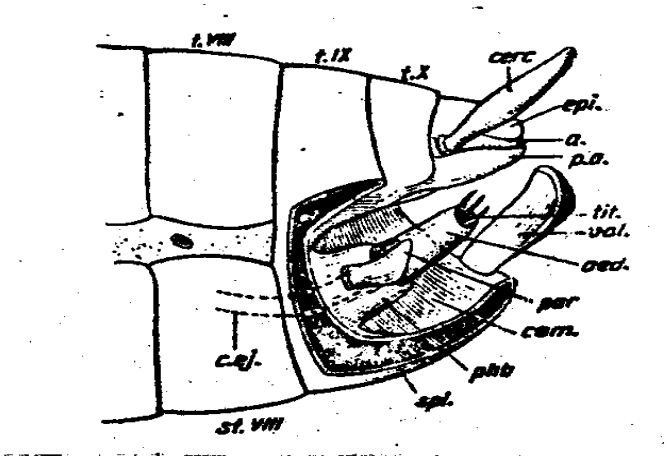


Fig. 19. Schema armăturii genitale mascule la Pterygote:
a-anus; aed. aedaegus; gk.-camera genitală; d.ej.-canal ejaculator; ep.-epiproct; harp.-harpagon; par. –paramere; php.-phallobasis; pp.-paraproct; spl.-cameră subgenitală; til.-titilator; st.-sternit; t-tergit.

Cu ajutorul ovipozitorului femelele acestor insecte depun ouăle în țesuturile vegetale (terebra la *Tenthredinidae),* în sol (*Orthoptera*) sau în țesuturile animale (unele *Diptere, Hymenoptere* parazite). La unele *Hymenoptere* (viespi, albine) ovipozitorul s-a transformat în acul cu venin. La masculi, pe urosternitul al 9-lea se află armătura sau aparatul genital extern, format din organul copulator, sau edaeagus şi paramere (fig. 19).

4. Tegumentul şi endoscheletul

Tegumentul se compune dintr-un epiteliu hipodermic, format dintr-un strat de celule care secretă cuticula chitinoasă, la exterior, iar în interior, este mărginit de membrana bazală (fig. 20). Cuticula este stratul cel mai dezvoltat, fără o structură celulară şi are rolul de a apăra corpul insectelor de factorii mediului înconjurător. Se compune din trei straturi: *epicuticula, exocuticula şi endocuticula*.

Epicuticula este la exteriorul tegumentului, fiind stratul cel mai subțire, care nu depăşeşte 4 microni în grosime. Este formată din substanțe ceriere şi lipoide, care împiedică pătrunderea apei prin tegument (este hidrofobă) şi menține o umiditate constantă în interiorul corpului şi este secretată de unele celule glandulare din hipoderm. La temperaturi de peste 35 °C, epicuticula este distrusă şi apa din corp se evaporă rapid, grăbind moartea insectelor.

Exocuticula este stratul cel mai dur, format din substanțe proteice şi chitină, care se prezintă sub forma unor striațiuni perpendiculare; se subțiază la articulații, ceea ce permite flexibilitatea şi elasticitatea tegumentului.

Endocuticula este stratul cel mai gros, format din substanțe proteice (artropodina) şi chitină, aşezate sub forma unor plăci subțiri, suprapuse, străbătute de canale verticale, care alunecă unele peste altele; măreşte flexibilitatea tegumentului şi permite mărirea volumului abdomenului (la femelele de termite pline cu ouă şi la insectele hematofage).

Chitina este substanța de bază a cuticulei, chimic fiind un polizaharid azotat, insolubil în apă, solvenți organici şi acizi slabi; nu este dizolvată de

fermenții digestivi ai mamiferelor, dar este descompusă de *Bacillus chitinovorus*. Chitina din cuticula insectelor este amestecată cu diferite săruri, numite substanțe de încrustație cu rol de întărire. Împreună cu apofizele ei chitinoase din interiorul corpului, care ajută la fixarea muşchilor, cuticula formează scheletul extern sau exoscheletul.

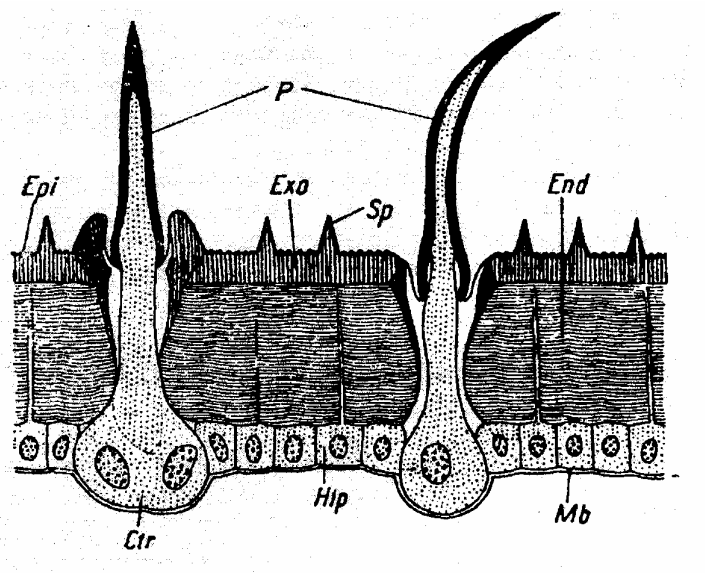


Fig. 20 .Secțiune transversală prin tegumentul unei insecte:
Epi-epicuticula; Exo –exocuticula; End –endocuticula; Hip.-epiderma; Mb.-membrana bazală; P –păr; Sp.-spin; Ctr.-celula trichogenă (după Weber).

Epiderma, sau *hipoderma*, este formată dintr-un singur strat de celule vii, cilindrice sau cubice, care secretă cuticula la exterior.

Membrana bazală este un strat subțire de celule stelate, care căptuşeşte baza celulelor hipodermice. Datorită învelişului chitinos, creşterile insectelor au loc prin fenomene de năpârlire, prin care se elimină cuticula veche.

Unele insectele prezintă pe tegument diferite formațiuni sculpturale, unele au originea în exocuticulă: peri falşi, țepi, spini, noduli, creste, altele în hipoderm: peri adevărați sau setele produşi de celule hipodermice numite celule trichogene. Dacă perii iau o formă lățită se numesc solzi, îi întâlnim la *Lepidoptere, Thysanure* etc; când sunt puternic chitinizați – perii formează pintenii, localizați la extremitatea tibiilor. Unii peri sunt în legătură cu glandele din tegument şi se numesc peri glandulari; se întâlnesc peri urticanți la omizile lepidopterelor (*Euproctis chrysorrhoea* etc), peri mirositori la *Coleopterele* din cuiburile de furnici *(Atemeles)*, ale căror secreții amețesc gazdele. Alți peri

prezintă funcţii tactile, olfactive sau chemoreceptoare şi sunt legaţi cu sistemul nervos periferic.

Coloraţia tegumentului se datorează pigmenţilor din cuticulă în special exocuticulă, hipoderm sau din interiorul corpului (coloraţia pigmentară); pigmenţii din cuticulă dau coloraţii de la gălbui, brun până la negru, cei epidermici, culori galbene, verzi, portocalii sau roşii. Prin structura fizică a cuticulei (coloraţie cuticulară), se formează coloraţii optice sau irizaţii, prin fenomene de interferenţă, sau difracţie (sunt culori metalice, sclipitoare).

Endoscheletul, sau scheletul intern, este format dintr-o serie de excrescenţe interioare ale tegumentului, pe care se inseră muşchi sau diferite organe. Părţile de legătură ale endoscheletului se numesc *apodeme*. Cel mai dezvoltat este endoscheletul capului numit *tentorium* şi cel al toracelui numit *endotorax*. Tentorium cuprinde trei perechi de apodeme: anterioare cu vârfurile îndreptate spre sutura clipeo-frontală, posterioare, spre locul de prindere a maxilelor şi dorsale, spre locul de prindere a antenelor. Endoscheletele toracelui şi al abdomenului sunt formate din apodeme transversale numite *phragme,* dezvoltate diferit în funcţie de dezvoltarea musculaturii.

Capitolul III

ORGANIZAREA INTERNĂ ŞI FIZIOLOGIA INSECTELOR

1. Funcţiile de relaţie sunt îndeplinite de musculatură, sistemul nervos şi organele de simţ.

1.1. Sistemul muscular

Musculatura este puternic dezvoltată, fiind formată din fibre musculare striate de natura mezodermică (în afară de unii muşchi ai inimii, ai gonadelor şi ai intestinului, alcătuiţi din fibre netede).

Fiecare fibră formează un sinciţiu de formă cilindrică, în care se găsesc numeroşi nuclei, iar la exterior este prevăzută cu o membrană învelitoare numită *sarcolem.* Masa principală a fibrei este alcătuită de *miofibrile*, care sunt contractile şi dau fibrei striaţia transversală. De obicei, muşchii sunt fixaţi direct pe tegument, pe apodemele sclerificate ale exoscheletului, cu ajutorul unor fibre de unire numite *tonofibrile* şi constituie, pentru fiecare fibră, un fel de tendon. Legătura muşchilor cu sistemului nervos se face direct sau printr-o placă motorie, în care pătrunde arborizaţia terminală a neuronului motor.

Musculatura insectelor cuprinde două grupe: *muşchii scheletului* (sau *somatici)* şi muşchii *viscerali* (sau *splahnici),* care sunt circulari şi longitudinali. Muşchii scheletului sunt foarte dezvoltaţi, numărul lor poate varia, de la câteva sute (la adulţi) până la câteva mii (la larvele unor *Lepidoptere*). Ei se inseră pe apodemele chitinizate şi servesc la mişcarea picioarelor, aripilor, pieselor bucale, antenelor etc. Organizarea sistemului muscular scheletic corespunde, în

general, cu regiunile corpului, deosebindu-se trei grupe de muşchi: ai capului (69), ai toracelui (100) şi ai abdomenului (62), în total 231 muşchi la adulţi. În fiecare regiune a corpului există diferite categorii de muşchi care îndeplinesc anumite funcţii. Astfel, la cap există muşchii: cervicali, ai antenelor şi ai pieselor bucale; la torace se găsesc muşchii care acţionează aripile şi muşchii picioarelor.

După funcţia lor, muşchii pot fi *extensori (abductori*), de pe partea dorsală a corpului (prin contracţia lor apendicele sunt îndepărtate de corp) şi *flexori* (*adductori*), localizaţi pe partea ventrală (prin contracţia lor apropie apendicele de corp); muşchii masticatori de la mandibule sunt reprezentaţi printr-un muşchi extensor şi unul flexor etc.

Muşchii striaţi de pe mezo şi metatorace, care servesc la zborul insectelor, sunt cei mai perfecţionaţi din regnul animal şi, de altfel, cel mai mult studiaţi.

Filogenetic, musculatura evoluează de la *Apterygote* la *Pterygote*, iar la cele mai bune zburătoare atinge o complexitate extremă. Datorită musculaturii toracice puternice şi diferenţiate, insectele realizează un travaliu muscular mare. Astfel raportul între greutatea ridicată şi greutatea corpului este de 50 la *Lucanus cervus,* 23,5 la *Apis mellifica*, faţă de 0,86 la om. *Formica* şi *Necrophorus* trag o greutate de 60 de ori mai mare decât greutatea corpului lor, Ontophagus de 90 de ori; puricele poate sări la o distanţa ce depăşeşte 80 ori lungimea corpului său.

1.2. Sistemul nervos

La insecte, sistemul nervos este de origine ectodermică şi se compune din 3 parţi: sistemul nervos central sau al vieţii de relaţie, sistemul nervos simpatic sau al vieţii vegetative şi sistemul nervos periferic sau senzorial.

Elementul de bază al sistemului nervos este neuronul a cărui mărime variază între 15-250 microni.

Sistemul nervos central este de tip scalariform, ca la celelalte artropode, dar mai dezvoltat. El se compune din ganglionii cerebroizi şi lanţul ganglionar ventral. Ganglionii sunt legaţi între ei, longitudinal, prin *conective,* care reprezintă fibre nervoase intersegmentare, şi transversal prin *comisuri,* care

reprezintă fibre nervoase intrasegmentare.

Ganglionii cerebroizi, sau creierul insectelor, sunt formați din 3 părți: *protocerebrum, deutocerebrum şi tritocerebrum* (fig. 21,22).

Protocerebrum provine din ganglionii acronului şi inervează ochii şi ocelii, are dimensiunile cele mai mari şi se compune din 2 lobi protocerebrali, de la care pleacă, pe laturi, lobii optici puternic dezvoltați.

Deutocerebrum provine din ganglionii segmentului antenal şi trimite nervi la antene; partea ventrală se diferențiază în lobii olfactivi. *Tritocerebrum* corespunde segementului intercalar al capului, este alcătuit din doi lobi şi inervează buza superioară şi clipeul.

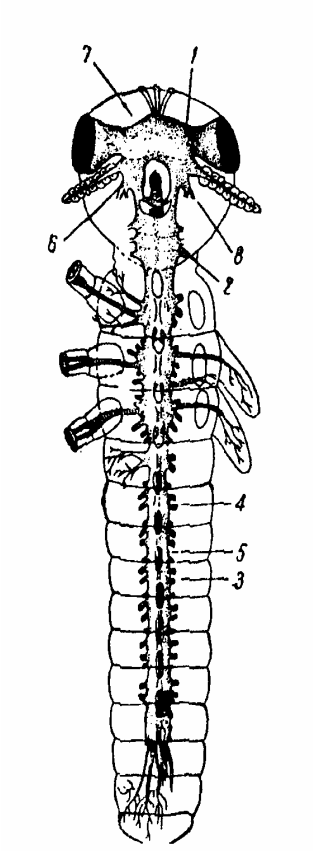


Fig.21.Schema sistemului nervos : 1-ganglioni cerebroizi; 2 –ganglioni subesofagieni; 3-ganglioni abdominali; 4 –comisură; 5 –conectivă; 6 – deutocerebrum: 7 –protocerebrum ; 8-tritocerebrum (după Manolache).

Ganglionii cerebroizi se leagă cu lanțul ganglionar ventral printr-o *zgardă periesofagiană*.

Lanțul ganglionar ventral se compune din ganglionii subesofagieni, ganglionii toracici şi abdominali. Ganglionii subesofagieni sunt situați sub esofag şi formați din 3 perechi de ganglioni corespunzători segmentelor, mandibular, maxilar şi labial, şi inervează mandibulele, maxilele şi labiumul. Urmează 3 perechi de ganglioni toracici şi 8 perechi abdominali, câte o pereche pe fiecare segment. Al 8-lea ganglion abdominal provine din unirea a 4 perechi de ganglioni (embrionar de la segmentele 8-11). În total lanțul ganglionar ventral este format din 12 perechi de ganglioni.

La majoritatea insectelor, ganglionii se contopesc între ei, în diferite combinații,

formând mase ganglionare (la musca *Sarcophaga carnaria*, toţi ganglionii toracici sunt contopiţi cu cei abdominali, la *Melolontha* şi la larvele unor diptere, toţi ganglionii lanţului ventral sunt uniţi într-o masă ganglionară).

Sistemul nervos simpatic (visceral) se compune din: sistemul nervos stomodeal (stomatogastric) şi din nervi medio-ventrali.

Sistemul stomatogastric se leagă de tritocerebrum prin două conective, care se unesc într-un *ganglion frontal*, situat anterior creierului.

De la acesta, porneşte *nervul recurent* (dispus dorsal faţă de tubul digestiv) până la ganglionul *hipocerebral;* inervează aorta, intestinul anterior şi mediu.

Nervul ventral nepereche ia naştere în partea superioară a fiecărui ganglion din catena ganglionară ventrală; inervează stigmele şi traheele.

Nervul ventral caudal este în continuarea nervului ventral nepereche şi inervează intestinul posterior şi organul reproducător.

Sistemul nervos periferic este situat sub hipoderm şi se compune dintr-o mulţime de nervi şi celule nervoase multipolare, care trimit ramificaţii la toate organele, indiferent de importanţa lor.

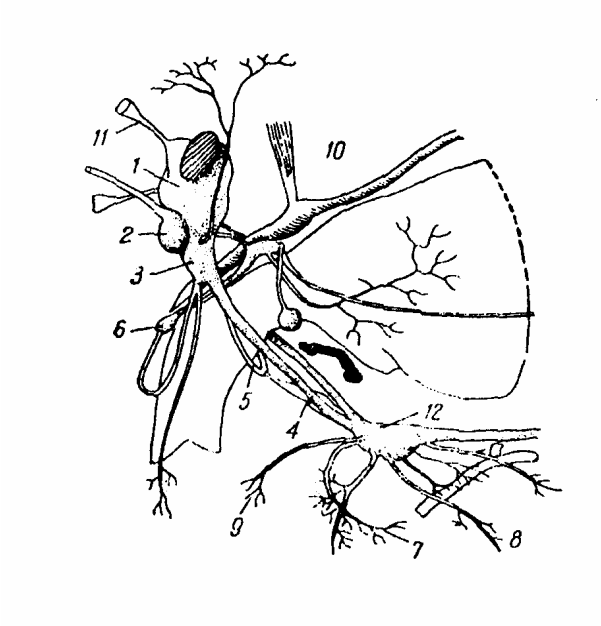


Fig.22.Sistemul nervos al capului lăcustei *Dissosteria carolina*:

1-protocerebrum ; 2-deutocerebrum; 3 -tritocerebrum; 4 -conective circumesofagiene; 5-comisura tritocerebrară; 6-ganglion frontal; 7-nervul hipofaringial; 8-nervul labial; 9-nervul mandibular; 10 -ganglion occipital; 11 -pedicel ocular; 12 -ganglion subesofagian (după Snodgrass).

1.3. Organele de simț

Sunt organe cu care insectele iau contact cu mediul extern, de origine ectodermică şi în legătură directă cu sistemul nervos, având rolul unor informatori între mediul extern şi organismul insectei. Elementul de bază al organelor de simț este celula senzorială (senzitivă), specializată în a recepționa anumite tipuri de excitații şi a trimite informațiile sistemului nervos central.

Din punct de vedere al structurii, organele de simț pot fi: *simple* şi *compuse*. Organele de simț simple sunt reprezentate sub formă de păr numite *sensile* şi sub formă de baston numite *scolopidii*; ele sunt răspândite pe toată suprafața corpului sau sunt concentrate pe anumite regiuni (pe antene, pe palpi, pe cerci, picioare etc).

Organele de simț compuse se formează din aglomerarea sensilelor în câmpuri sau fosete etc, care sunt răspândite pe suprafața corpului, dar mai ales pe antene, pe piesele bucale, pe picioare etc (fig. 23).

Din punct de vedere al funcțiilor pe care le îndeplinesc, organele de simț pot fi:

-O*rgane ale simțurilor mecanice* (statice, de echilibru), din care fac parte: organele de pipăit reprezentate prin sensile simple sau conuri senzitive, răspândite pe toată suprafața corpului, mai ales pe antene, piesele bucale, picioare, pe cerci etc; organele statice (organe de echilibru) reprezentate prin sensile simple prevăzute cu un păr la exterior şi conuri senzitive lipsite de părul senzitiv, adâncite în tegument şi care se găsesc pe aripi, picioare, cerci etc. *Organele chordotonale* sunt răspândite pe diferite porțiuni ale corpului, pe trunchi (truncale), pe picioare (pedale), pe aripi (pterale), pe antene (antenale) etc.

-*Organe de auz* se întâlnesc la puține insecte, în general la acele care produc sunete (stridulații); sunt reprezentate prin organe timpanale la orthoptere, cicade (homoptere), heteroptere etc. Se găsesc pe diferite părți ale corpului, de exemplu, la *Acrididae* pe laturile primului segment abdominal, la *Gryllidae* pe tibiile picioarelor posterioare etc. Organele chordotonale (atimpanale) se găsesc în capul insectelor adulte şi la majoritatea larvelor; la adulți sunt localizate şi la baza aripilor, în picioare şi antene. În al doilea articul antenal se găseşte organul lui Johnson având rolul de a percepe sunetele emise de indivizii aceleaşi specii.

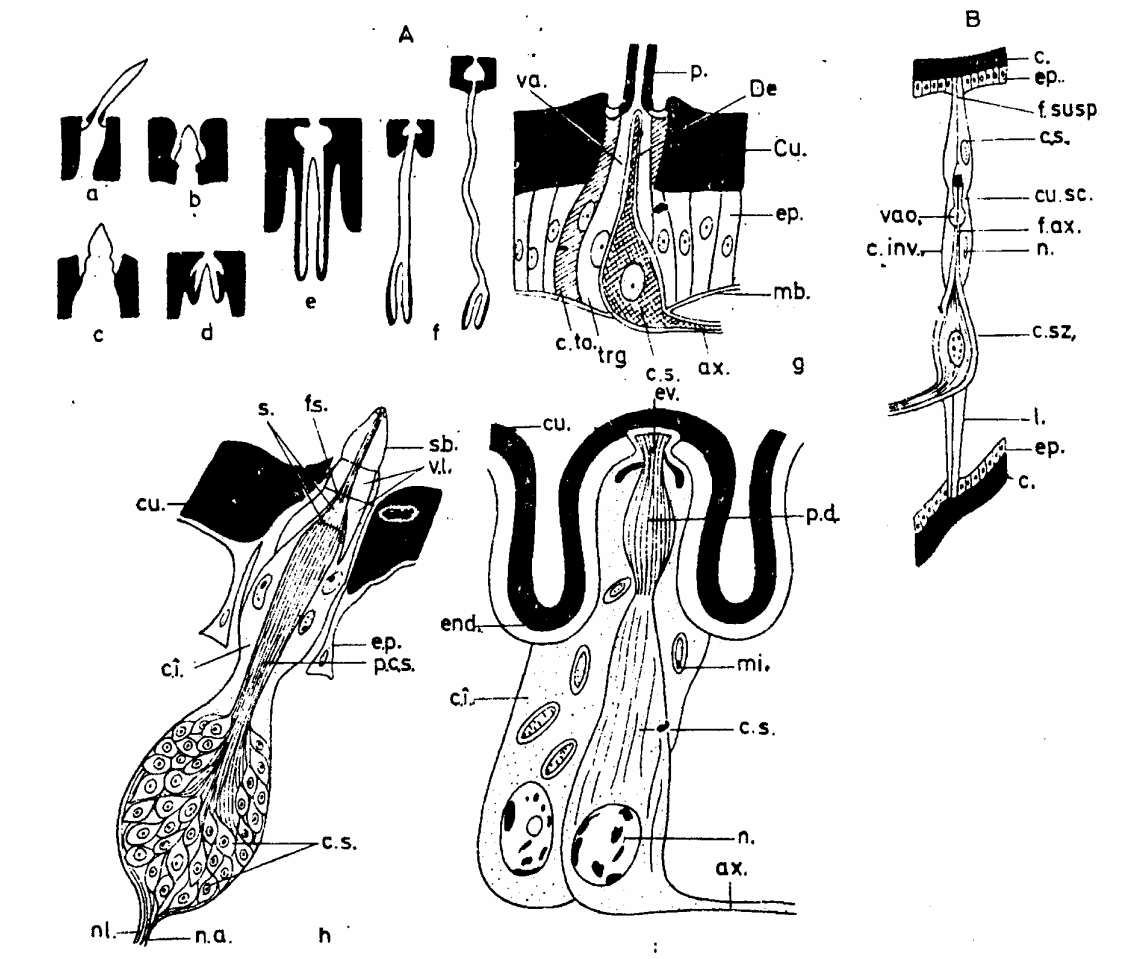


Fig. 23. Organe de simț la insecte:

A –sensile; a – trichoidă; b – stiloconică; c – basiconică; d – placoidă; e – coeloconică; f –campanuliformă; g - secțiune longitudinală în sensila trichoidă; h –secțiune logitudinală în sensila baziconică; I –secțiune longitudinală în sensila campanuliformă; ax. –axoni; c.î. – celulă învelitoare; c.s. – celulă senzorială; c.to. –celulă termogenă; end. – endocuticula; ep. – epiderma; ev. – evantai terminal; p. –păr trichoid; m . b. – membrana bazală; mi. – mithocondrie; n. – nucleu; n. a. –nerv antenal; nl. –neurilemă; p.d.- partea bazală a celulei senzoriale; pr.s. –prelungirile filamentelor celulare senzoriale; trg.- celulă trichogenă;

B –structura unei scolopidii; c –cuticulă; c.înv. –celulă învelitoare; c.s. – celulă scolopală; csz. –celulă senzitivă; cu.sc. –cui scolopal; ep. – epidermă; f.susp.-filament suspensor; l. –ligament; f.ax. –filament axial; n. – nucleu; vao. – vacuolă cu lichid (după Eidman).

-*Organe ale simțurilor chimice* sau *chemoreceptoare* recepționează din mediul extern mirosul şi gustul. Chemoreceptorii olfactivi recepționează

substanţele în stare gazoasă în concentraţii foarte reduse, pe când cei gustativi, respectiv substanţele lichide, în concentraţii mari. Ele sunt situate pe piesele bucale şi, mai ales, pe antene, sub formă de papile sau fosete.

-*Simţurile higrotermice* sunt prezente prin receptorii de umiditate, care se găsesc localizaţi pe antene şi solzii maxilari, iar cei termici, pe antene, tarse şi alte părţi ale corpului.

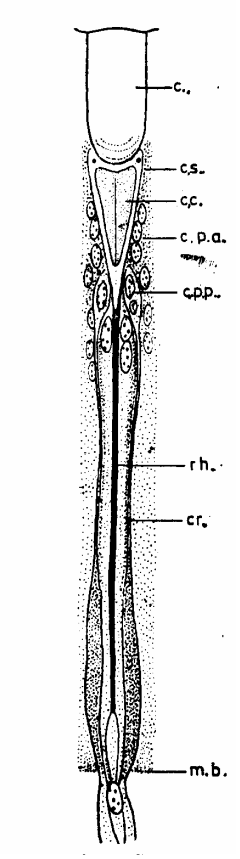


Fig 24 . Structura omatidiei (euconică) la *Cicindella campestris L.*:
c. –cornee; c.c. –con cristalin; c. p. a. –celulă pigmentară anexă; c.p.p. –celulă pigmentară principală; c.r. – celulă retiniană; cs. – celule cristalogene ; m.b. – membrană bazală; rh. –rhabdom (după Friedman) .

- *Organele vederii* sau *fotoreceptorii* sunt bine dezvoltate la insecte şi sunt reprezentate prin: *ochi compuşi* (faţetaţi) şi *ochi simpli.*

Ochii compuşi sunt în număr de doi, localizaţi pe părţile laterale ale capului şi constituiţi din *omatidii*, care sunt aşezate una lângă alta şi apar la exterior sub forma unor faţete circulare sau hexagonale. În general, numărul omatidiilor este mai mare la insectele diurne decât la cele nocturne; la odonate sunt până la 12000 omatidii într-un ochi faţetat, iar la *Mordella* (coleopter) 25.000 de omatidii.

Fiecare omatidie se compune dintr-un aparat dioptric, care constă dintr-o cornee cuticulară groasă, în formă de lentilă biconvexă, celule corneene şi din 4 celule cristaline unite într-un con. Sub acest aparat dioptric se află aparatul senzitiv *(retinula*), compusă din 6-8 celule retiniene alungite, prevăzute cu nişte prelungiri aşezate spre axul central, care formează filamentul axial numit *rhabdom.* Celule retiniene sunt celule nervoase bipolare, care la capătul distal sunt prevăzute cu elemente receptoare (neurofibrile) numite *rhabdomere*, iar la

capătul opus dau naştere la fibre nervoase optice; sub retinulă se găseşte *membrana bazală* prin orificiile căreia trec ramificaţiile nervului optic (la unele insecte omatidiile sunt învelite cu celule pigmentare sub formă de manşon) (fig. 24,25).

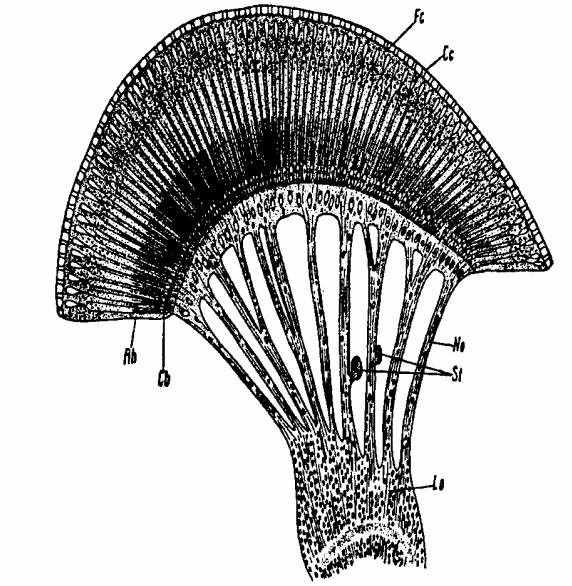


Fig.25.Secţiune printr-un ochi faţetat la *Dytiscus marginalis* (eucon):
Fc-faţete corneene;Cc-conuri cristaline;Rh-rhabdom;Cb-celule bazale;No-nervul optic;St.-stemate

La insecte vederea este de două feluri:

1) vedere prin *apoziţie,* întâlnită la insectele diurne; în acest caz omatidiile sunt complet izolate una de alta prin manşoane de celule pigmentare; fiecare omatidie primeşte imaginea unui singur punct luminos, astfel încât aceasta se compune din puncte situate unele lângă altele (vedere mozaicată);

2) V*ederea prin superpoziţie* se întâlneşte la insectele nocturne şi crepusculare; la acestea, părţile mijlocii ale omatidiilor sunt unite, fiind izolate cu celule pigmentare numai în partea optică. Rhabdomerele sunt îndepărtate de conurile cristaline, ceea ce permite recepţionarea razelor atât în linie dreaptă cât şi oblică, obţinându-se o imagine suprapusă, în superpoziţie.

Ochii compuşi ai insectelor văd în apropiere, până la 1-2 m şi percep imaginea obiectelor neîntoarsă şi în mozaic, deosebind culoarea, mişcarea şi distanţa.

Ochii simpli sunt în general în număr de 3 (1 pe frunte şi 2 pe vertex), cu o structură diferită însă toate au un corp comun, cristalinul (fig. 26)

La omizi structura ochilor simpli (*stemmata*) este asemănătoare cu a omatidiilor. Ochii simpli, ca structură, se aseamănă cu stemmatele, dar au mai

multe elemente fotosensibile asociate, iar rhabdomul este pigmentat. Ochii simpli sunt consideraţi organe de echilibru, dând insectelor în timpul zborului sau săritului, imaginea de verticală şi orientarea în direcţia luminii.

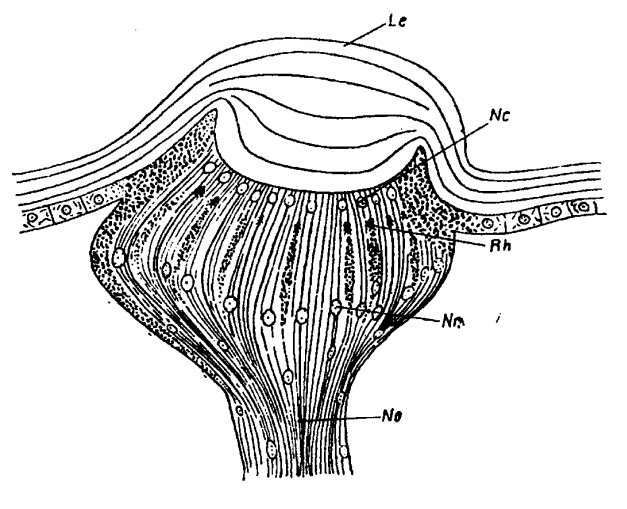


Fig.26.Secţiune printr-un ocel (*Aphrophora spumaria*):
Le-lentila; Nc-nucleii celulelor corneeene; Rh.-rhabdom; Nr-nucleii retinulei, No-nervul ocular (după Link).

1.4 Tropismele şi instinctele la insecte

Sistemul nervos împreună cu organele de simţ, receptoare şi efectoare, determină anumite comportări la insecte, cunoscute sub numele de tropisme şi instincte. Ambele se bazează pe reflexe necondiţionate care se transmit, de-a lungul generaţiilor, cu particularităţi specifice fiecărei specii.

Tropismele se pot manifesta sub diferite forme de comportare a insectelor, sub influenţa unei excitaţii de natură diferită (temperatură, umiditate, lumină etc), orientând corpul în anumită direcţie.

Fototropismul determină reacţia insectelor la lumină (insecte diurne, nocturne, crepusculare, cavernicole etc); *termotropismul* - reacţia la temperatură (insecte care trăiesc în zone temperate, reci etc); *higrotropismul* - reacţia la umiditate (larvele de cărăbuş, viermi sârmă, se deplasează în sol pe verticală în funcţie de umezeală); *geotropismul* -orientarea în funcţie de gravitaţie (larvele unor lepidoptere în primele vârste fug de sol, iar în ultimele vârste sunt atrase de acesta) şi *chaemotropismul* - reacţia la stimuli de natură chimică, feromonală, pe

care se bazează întreaga activitate a insectelor în căutarea hranei, în copulare etc.

Tanatoza este starea când insecta se preface că este moartă, scăpând de urmărirea duşmanilor (prădător sau parazitoid).

Instinctele reprezintă o formă superioară de comportare a insectelor, care, spre deosebire de tropisme, se manifestă sub acţiunea stimulilor interni, ca rezultat al stării fiziologice a organismului sub influenţa diferiţilor hormoni sau carenţe în anumite substanţe necesare activităţii insectelor. Instinctele s-au creat pe baza unor reflexe necondiţionate în serie, care au determinat o adaptare la mediu într-un proces evolutiv îndelungat. Au o mare importanţă în viaţa insectelor, în conservarea speciei manifestându-se întotdeauna în acelaşi fel (de exemplu, fiecare specie are un anumit comportament de hrănire, de depunere a ouălor, în dezvoltarea larvelor etc).

2. Funcţiile de nutriţie sunt îndeplinite de sistemele: digestiv, circulator, respirator, excretor şi secretor.

2.1. Sistemul digestiv

Sistemul digestiv al insectelor se compune din tubul digestiv şi glandele salivare. Tubul digestiv este format din 3 regiuni: *intestinul anterior* (*stomodeum*), *intestinul mediu* (*mezenteron*) şi *intestinul posterior* (*proctodeum*); intestinul anterior şi posterior sunt de origine ectodermică şi pereţii sunt căptuşiţi cu o pătură chitinoasă (intima), care se elimină odată cu năpârlirea şi intestinul mediu de origine endodermică, prevăzut cu un strat epitelial format din celule cu funcţii glandulare şi absorbante (fig. 27).

Intestinul anterior începe cu cavitatea bucală, urmat de faringe, esofag, guşă şi proventricol. În cavitatea bucală se deschid glandele salivare, dar la unele insecte există şi glande maxilare sau mandibulare; la omizi, cele două perechi de glande labiale au rol în digestie şi secreţia firului de mătase.

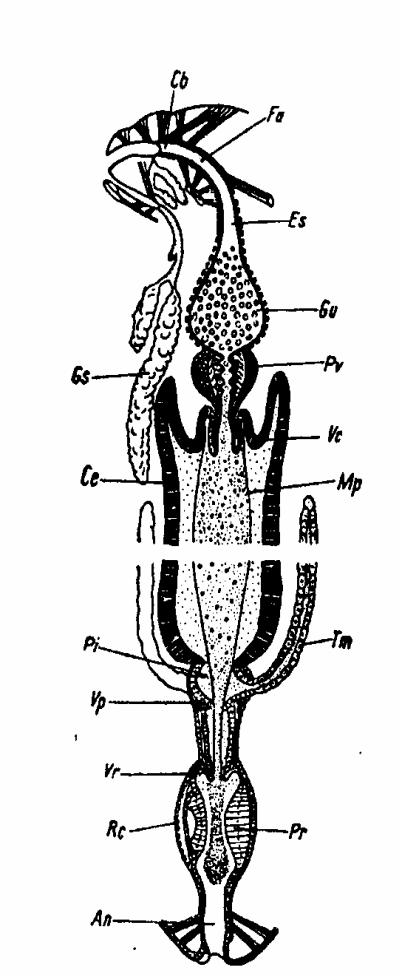


Fig.27.Schema tubului digestiv la o insectă: Cb-cavitatea bucală; Gs-glande salivare; Fa-faringe; Es-esofag; Gu-guşa;Pv-proventricol; Vc-valvula cardiacă; Ce-cecumuri gastrice; Mp-membrană peritrofică; Tm-tuburile lui Malpighi, Pi-pilor; Vp-valvula pilorică; Vr-valvula rectală; Rc-rectum; Pr-papile rectale; An-anus (după Hargit şi Hickernell).

Faringele urmează după cavitatea bucală, este dezvoltat la insectele cu aparat bucal pentru lins; la *Tabanidae* funcţionează ca o pompă aspiratoare.

Esofagul se prezintă sub forma unui tub subţire şi lung, are pereţii interni cutaţi longitudinal şi face trecerea tubului digestiv din regiunea capului în torace sau abdomen; se termină imediat după cap (*Tenebrio*) sau ajunge până în abdomen (*Pimpla).*

Guşa (ingluvius) este o dilatare a esofagului în partea posterioară şi are forma unei pungi conice cu rol de rezervor, având peretele destul de musculos. La insectele cu aparatul bucal pentru lins (*Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera*) guşa s-a transformat într-un fel de pompă aspiratoare; la albine în guşă se formează mierea.

Proventricolul, sau *stomacul masticator*, are o forma globuloasă, este foarte musculos, cu pereţii interni prevăzuţi cu o cuticulă bine chitinizată, prezentând lame, dinţi, spini, creste etc şi în care sunt sfărâmate alimentele tari; este redus la insectele sugătoare. Proventricolul se leagă de intestinul mediu prin *valvula cardiacă* (cardia).

Glandele salivare din intestinul anterior (labiale, mandibulare, maxilare, faringiene, esofagiene) sunt grupe de celule de forma tubulară în pereții cavității bucale ai faringelui etc. La albină aceste glande secretă mătasea pentru cocon, substanță pentru diluarea mierii, pentru prefacerea cerii, lăptişorul de matcă; himenopterele parazite secretă substanțe care înmoaie lemnul pentru a introduce ovipozitorul, iar țânțarii secretă substanțe anticoagulante introduse prin înțepături în corpul animalelor.

Intestinul mediu (*mezenteron*), stomacul propriu-zis, are forma unui sac, mai rar tubular, şi prezintă, uneori, în partea anterioară nişte formațiuni digitiforme numite *cecumuri gastrice*, care sunt mai dezvoltate la speciile carnivore (*Carabidae, Cicindellidae*), iar la cele fitofage sunt reduse sau lipsesc. Pe partea internă, este prevăzut cu un strat epitelial, alcătuit din celule cu funcția de digestie şi absorbție. La insectele care se hrănesc cu hrană solidă stratul epitelial este acoperit cu o membrană peritrofică cu rol protector. Partea anterioară a mezenteronului se numeşte *cardia,* iar cea posterioară *pilor.* În intestinul mediu se efectuează principalele acte ale digestiei, se secretă tripsina, care digeră albuminele, şi lipaza care emulsionează grăsimile; tot aici începe absorbția alimentelor transformate într-un lichid numit *chil*.

Intestinul posterior începe din zona unde tuburile lui Malpighi se varsă în intestin; este un tub de mărime variabilă, care, în general, se compune din 3 părți; *pilorul, intestinul subțire (ileum)* şi *rectul*. În pilor se varsă tuburile lui Malpighi, în partea sa posterioară se află *valvula pilorică*, care reglează ieşirea conținutului din intestinul mijlociu.

Intestinul subțire este tubulifer, uneori în partea anterioară este mai subțire - ileum şi în cea posterioară mai gros - *colonul;* de aici resturile nedigerate şi produsele tuburilor lui Malpighi trec în *rect.* Rectul are în partea anterioară forma unui sac (ampula rectală) şi, uneori, are o valvă rectală, iar cea posterioară are forma unui tub care se termină cu anus.

Rectul este prevăzut cu papile rectale care servesc la absorbția apei din excremente. La *Homoptere,* pe lângă un surplus de apă se elimină şi glucide, ca excremente - dulci, care conțin zaharoză şi poartă numele de mană.

Forma şi lungimea tubului digestiv variază mult în funcție de regimul de hrană; astfel, insectele fitofage au tubul digestiv mai lung decât cele carnivore

(uneori de 5-10 ori mai lung decât corpul).

Hrana insectelor suferă o prelucrare mecanică şi una chimică. Parţial, prelucrarea mecanică a hranei solide are loc în cavitatea bucală şi se desăvârşeşte în intestinul mediu şi constă în hidroliza hidraţilor de carbon, proteinelor şi lipidelor cu ajutorul unor fermenţi (proteaze, carbohidraze şi lipaze). Hrana, indiferent de consistenţă, este descompusă şi hidrolizată printr-un proces complex numit digestie, iar prin absorbţia substanţelor hrănitoare, adică trecerea lor din tubul digestiv în sânge, se produce asimilaţia.

La unele insecte carnivore şi necrofage are loc digestia extracorporală, prin eliminarea fermenţilor gastrici în corpul victimei şi absorbţia hranei prelucrate; unele insecte xilofage secretă fermenţi care descompun celuloza (*Cerambycidae, Cossus),* altele o realizează cu ajutorul unor microorganisme: protozoare *(Termite),* bacterii (*Heteroptera*) şi ciuperci (*Coleoptera);* ipidele xilofage se hrănesc cu ciuperci pe care le dezvoltă în galerii.

2.2. Sistemul circulator

Este slab dezvoltat, din cauza dezvoltării puternice a aparatului respirator, deschis şi simplu, sângele circulând liber printre organele şi ţesuturile corpului şi în toată cavitatea. Principalele organe de pulsaţie sunt reprezentate printr-un *vas sanguin dorsal* şi 2 *septe fibro-musculoase*: *diafragmele dorsale şi ventrale*.

Aceste diafragme împart cavitatea corpului în trei compartimente numite sinusuri*: sinusul pericardic sau dorsal* (cuprins între tegument şi diafragma dorsală, în care se găseşte aparatul circulator*), sinusul ventral sau perineural* (între tegument şi diafragmă ventrală, în care este situat lanţul nervos ganglionar) şi *sinusul visceral* (situat între cele două diafragme în care se localizează aparatul digestiv şi organele genitale). Diafragma dorsală are convexitatea în sus şi cea ventrală convexitatea în jos, străbătute de orificii care permit circulaţia sângelui de jos în sus (fig. 28,29).

Vasul sanguin dorsal este situat în sinusul pericardial, se întinde de-a lungul cavităţii abdominale, traversează toracele şi se termină în regiunea cefalică. Este închis în partea posterioară şi deschis în partea anterioară; se compune din 2 părţi: una posterioară, în abdomen, *inima* şi alta anterioară în

torace şi cap, *aorta.*

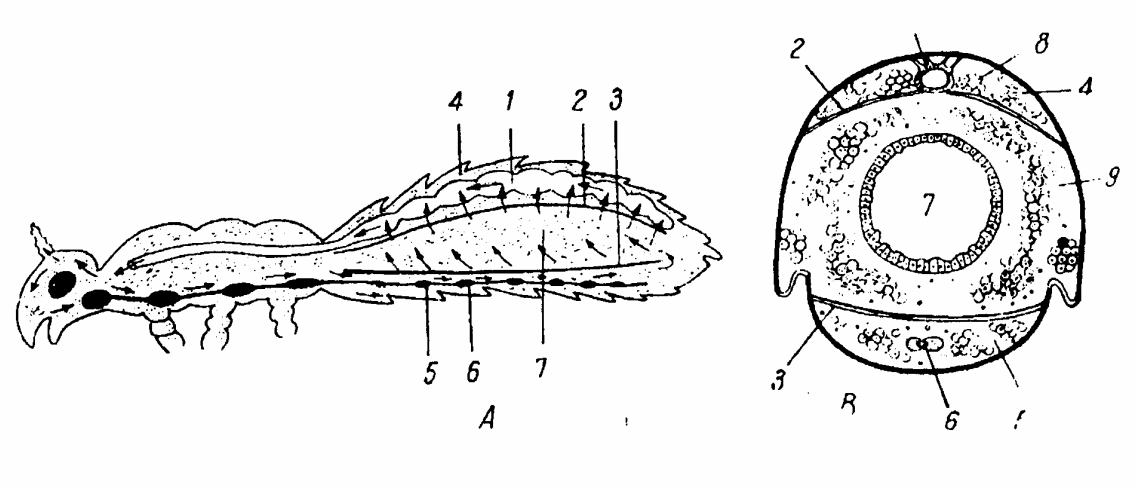


Fig. 28. Schema aparatului circulator:
A-secţiune logitudinală; 1-inima; 2-diafragma dorsală; 3-diafragma ventrală; 4-sinusul dorsal; 5-sinusul ventral; 6-ganglioni nervoşi; 7-intestin; 8-nefrocite pericardice; 9-sinusul visceral; B-secţiune transversală.

Inima este sub forma unui tub împărţit în camere numite *ventriculite,* care nu corespund cu segmentaţia corpului (musca are 3 cămăruţe, gândacul de bucătărie 13, etc). Fiecare ventriculit comunică cu cavitatea corpului prin deschideri laterale numite *ostiole,* care, ca şi orificiile dintre ventriculite, sunt prevăzute cu valve. Inima funcţionează cu ajutorul muşchilor *aliformi* ai diafragmei dorsale, de formă triunghiulară, care se inseră cu partea lăţită spre inimă şi cu capetele îngustate de tegument.

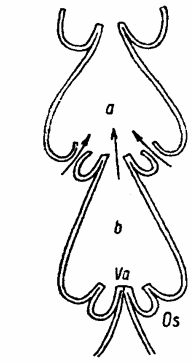


Fig.29.Schema funcţionării inimii la insecte:
a-camera inimii în stare de sistolă;b-camera inimii în stare de diastolă;Os-ostiole;Va-valvule(după Pospelov).

Aorta este restul vasului, de la ultimul ventriculit, care se termină în zona cefalică şi este pulsatilă mai mult în partea posterioară.

Circulaţia sângelui mai este ajutată de organe pulsatorii anexe,

numite *ampule*, care împing sângele în apendice; antene, picioare şi aripi.

Mecanismul circulației este determinat de mişcările periodice ale celor două diafragme, ale inimii, ajutate de muşchii aliformi şi abdominali. Prin contracția muşchilor aliformi, diafragma dorsală devine plană, se măreşte volumul sinusului pericardial, iar sângele trece în ventricole, prin ostiole (*diastola),* totodată din sinusul perivisceral în cel pericardic. După relaxarea muşchilor aliformi, diafragma dorsală revine în poziția inițială, se micşorează sinusul pericardic, pereții inimii se contractă (sistola) şi sângele este împins în aortă şi apoi în capsula cefalică, aripi, picioare, în toată cavitatea corpului, ducând la fiecare organ şi țesut substanțe nutritive şi preluând pe cele de excreție. Dorsal, sensul circulației este din partea posterioară spre înainte, iar ventral din partea anterioară spre partea posterioară şi de jos în sus.

Sângele insectelor este alcătuit din hemolimfă sau plasmă, un lichid incolor sau colorat (verde, galben, roşu, etc) şi celule sanguine sau globule (leucocite, amibocite), care nu au membrană. Sângele reprezintă 20-25% din masa corpului; el mai conține şi substanțe anorganice (fosfați, sulfați, carbonați). În cavitatea generală a insectelor, se mai găsesc țesuturi şi alte organe speciale care au legătură cu circulația sângelui: *oenocite,* cu rol în transportul lipoproteinelor la formarea cuticulei tegumentare şi *celule pericardice,* cu rol de depozitare a produselor de dezasimilație (nefrocite) sau de a îngloba diferite corpuscule solide (fagocite).

La unele insecte prin fenomenul de autohemoree sau sângerare, se elimină picături de sânge prin porii de la baza apendicelor şi are rol în apărare. Presiunea sanguină este folosită în de depunerea ouălor, eclozare, năpârlire etc. Pulsațiile ritmice ale inimii sunt cuprinse între 30-140 / minut. Insectele sunt animale cu sânge rece, *poikiloterme.*

2.3. Sistemul respirator

Este mai complex decât aparatul circulator, deoarece, în afară de rolul principal al schimbului de gaze dintre organism şi mediu, mai are funcția de a transporta oxigenul în corp; alcătuit dintr-un număr de tuburi ramificate şi

anastomozate, numite *trahei,* se mai numeşte şi *aparat respirator trahean* (fig. 30).

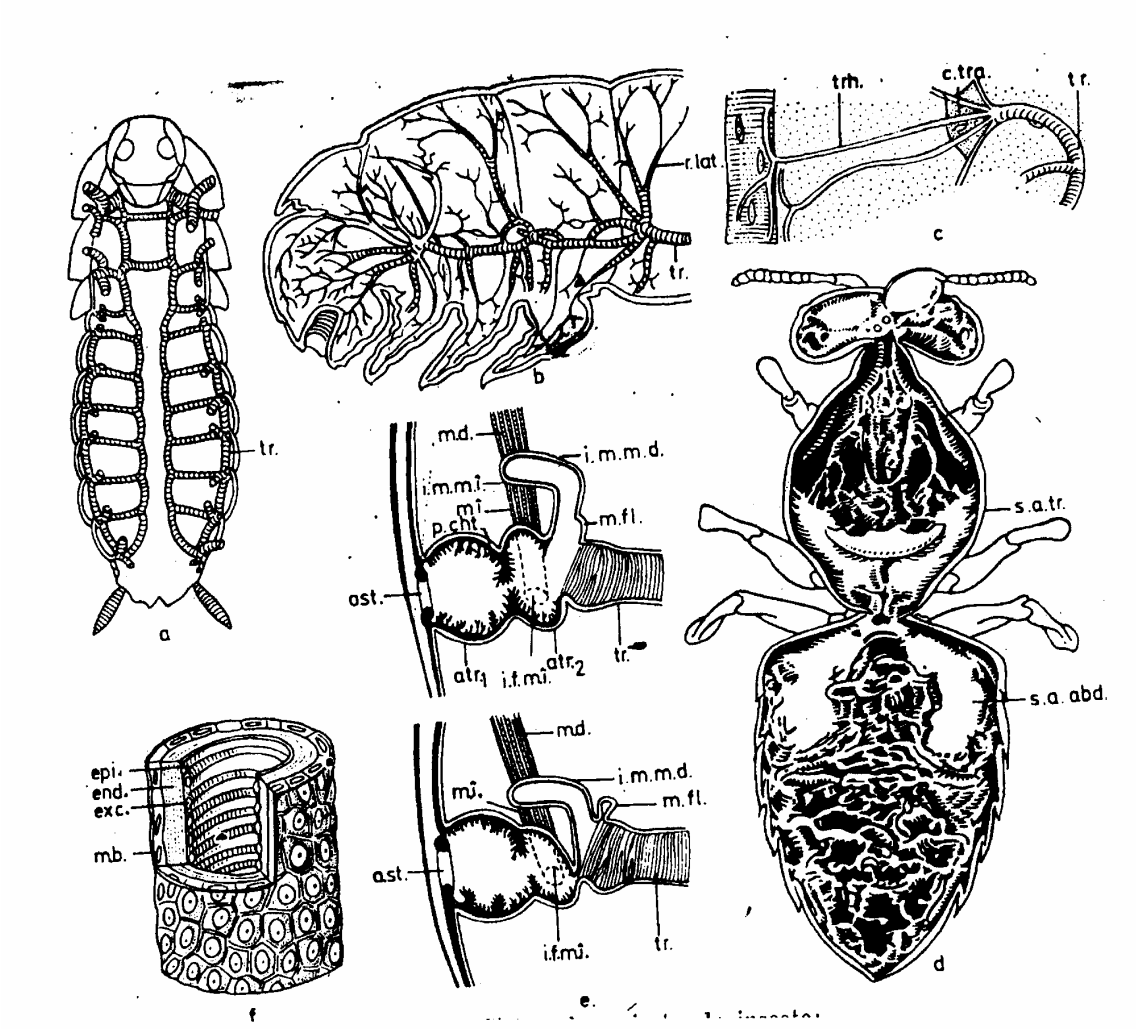


Fig. 30 .Sistemul respirator la insecte :

a-sistemul trahean la *Blatta orientalis* (dorsal) ; b – ramificaţii traheene laterale; c –terminaţiile traheolelor; d –saci aerini la *Apis mellifica*; e –secţiune în stigmă la *Formica;* f –structura traheii; atr1,atr2 –atrium; c.tra. –celulă traheolară; end. –endocuticula; exo. –exocuticula; epi. –epicuticula; i.m.d. –inserţia muşchiului deschizător; i.m.î. -inserţia muşchiului închizător ; m.fl. –membrană flexibilă ; m.î.-muşchi închizători; o.st.-orificiul stigmei; p.cht.-perişori chitinoşi; r.latt.-ramuri laterale; tr.- trahee; trh. –traheole; s.a.abd. –saci aerieni abdominali; s.a.tr.- saci aerieni toracici (după Lăcătuşu şi Pisică).

Sistemul trahean lipseşte la unele insecte apterigote *(Collembola*, *Protura*), care respiră pe toată suprafaţa corpului, având cuticula slab chitinizată, fapt ce

permite difuzarea oxigenului; situaţia se întâlneşte şi la larvele parazite (*Chalcididae)* prin fenomenul de osmoză. Insectele acvatice, care respiră aerul atmosferic, au în partea posterioară a abdomenului un tub respirator (sifon) care este scos deasupra apei *(Culex, Nepa cinerea)* sau care respiră oxigenul dizolvat în apă, posedă *branhii traheene*, formate din evaginări ale corpului, situate mai ales în partea posterioară a abdomenului (larve de *Odonate, Ephemeride* etc). Sistemul trahean se compune din 3 părţi: *stigme, trahei şi traheole.*

Stigma se continuă cu *camera stigmatică* sau *atrium* formată din două încăperi, anterioară şi posterioară, la capătul terminal găsindu-se un dispozitiv de închidere - deschidere a tubului trahean. Stigmele pot fi cu rol inspirator, expirator sau expiro-inspirator; insectele inferioare au stigme cu funcţie dublă, iar la unele *Orthoptere* se găsesc stigme de inspiraţie şi altele de expiraţie.

Traheele sunt tuburi care pornesc din atrium, de origine tegumentară şi de aceea prezintă pereţii formaţi din 3 straturi, din care exocuticula este cea mai dezvoltată, formând în partea internă a traheelor o spirală chitinoasă numită *tenidie,* menţinând traheele tot timpul deschise. Din fiecare atrium porneşte o trahee scurtă care apoi se ramifică în trei braţe: dorsală, care se ramifică în musculatura dorsală şi inimă; viscerală, cu ramificaţii la intestin şi alte organe interne şi ventrală, cu ramificaţii în sistemul nervos, musculatura ventrală şi la apendice. *Stigmele* sunt orificii prin care traheele comunică cu exteriorul; sunt rotunde sau ovale, dispuse simetric în pleurele toracelui şi abdomenului; numărul lor variază de la 1-2 perechi, pe torace, până la 8 perechi pe abdomen (la *Collembole* există o pereche, la *Diptere* 6-7 perechi, *Hymenoptera* 8 perechi, *Orthoptera*, *Coleoptera* şi *Lepidoptera* câte 10 perechi). La insectele mai evoluate marginea stigmei prezintă un cadru chitinizat, mai îngroşat, numit *peritrem*; are pereţii căptuşiţi cu peri sau excrescenţe chitinoase, servind drept filtru de aer.

La unele insecte, o parte din traheele de bază se reduc sau dispar, la altele se anastomozează prin legături transversale şi longitudinale, care alcătuiesc două trunchiuri longitudinale ventrale şi, respectiv, două trunchiuri longitudinale dorsale. La insectele zburătoare (albine, muşte) se găsesc saci aerieni care sunt dilataţii ale traheelor, situate în abdomen şi servesc la reducerea greutăţii specifice corporale şi ca rezervoare cu aer.

Ramurile traheene se ramifică şi formează o reţea vastă de traheide, care la rândul lor se ramifică în *traheole*, tuburi fine de 1-2 microni diametru, fără prezenţa tenidiei şi care se termină în *celule traheene*, unde are loc schimbul de gaze.

Respiraţia se realizează prin acţiunea muşchilor care măresc volumul corpului şi aerul pătrunde prin stigme, în trunchiurile traheene, apoi în reţeaua de traheide, traheole şi celule traheene, pe unde este transportat în corp, alcătuind procesul de inspiraţie, care, în general, este pasiv. Prin contracţia muşchilor, volumul corpului se reduce şi aerul este eliminat din corp, realizându-se procesul de expiraţie, de obicei activ.

În ce priveşte fiziologia respiraţiei, are loc oxidarea substanţelor hidrocarbonate, proteice şi a lipidelor, rezultând bioxid de carbon, căldură şi energie, aceasta din urmă fiind necesară proceselor vitale. Bioxidul de carbon este eliminat prin stigme sau difuzează prin ţesuturi şi tegument. În procesul de oxidare adesea intervin şi pigmenţii respiratori, precum *citocromul* din muşchi.

Numărul mişcărilor respiratorii variază la insecte intre 12-100 pe minut în funcţie de specie şi condiţiile de mediu.

2.4.Sistemul excretor

Produsele toxice rezultate din dezasimilaţie (acizi urici, oxalaţi, carbonaţi etc.) sunt eliminate prin organe speciale: tuburile lui Malpighi, corpul gras sau adipos şi nefrocite.

Tuburile lui Malpighi sunt tuburi excretoare lungi şi subţiri, închise la un capăt şi care se deschid între intestinul mediu şi posterior, înaintea valvulei pilorice, situate în cavitatea generală, unde plutesc în hemolimfă şi extrag produsele de excreţie. Mărimea şi forma variază după grupa de insecte, de la 1-2 perechi la câteva sute, la *Diptere* şi *Lepidoptere* sunt 2 perechi, *Coleoptera* 2-3 perechi, *Hymenoptera* 3-10, *Orthoptera* 20-100; la *Collembole* şi *Aphidide* lipsesc, excreţia se face prin glande labiale, în prima grupă şi prin glande rectale, în cel de al doilea caz.

Tuburile lui Malpighi extrag din hemolimfă produsele de excreţie (uraţi, oxalaţi etc), care ajung în intestinul posterior şi apoi, împreună cu excrementele,

sunt eliminate prin anus. La unele insecte (*Planipennia)* secretă mătasea folosită la construirea coconilor, iar la altele *(Myrmeleon*) secretă o spumă cu care înconjoară larvele.

Corpul gras sau *adipos*, este format din celule rotunde sau poliedrice, opace sau colorate, care se află răspândite în cavitatea generală, între organele corpului şi îndeplineşte două funcţii de acumulare: a substanţelor nutritive de rezervă (grăsimi sub formă de picături, proteine, glucide) şi a substanţelor de excreţie, care pot rămâne în corpul insectelor toată viaţa sau sunt eliminate prin tuburile lui Malpighi (acid uric, săruri minerale etc). Eliberarea excretelor corpului gras are loc, de regulă, în timpul împupării. Corpul gras este intens utilizat în perioada metamorfozei, când, prin histoliză şi histogeneză, se formează noi organe; acumulări de corp gras au loc la insectele care hibernează. La unele specii din ordinele *Homoptera* şi *Heteroptera* în corpul gras se pot întâlni bacterii sau ciuperci simbiotice, care se transmit, în majoritatea cazurilor, prin infestarea ovarelor.

La alte insecte (*Coleoptera, Diptera, Collembola*) stratul de grăsime se transformă în organe care luminează noaptea. Există specii de *Diptere,* la care corpul gras luminează; la unele coleoptere *(Lampiris - licurici*) sunt organe specializate de producere a luminii, în legătură cu corpul gras; lumina este un efect al proceselor de oxidare a substanţelor grase (transformate în luciferină şi oxiluciferină cu ajutorul enzimelor fotogenază şi respectiv luciferază).

Nefrocitele sunt celule de excreţie aflate în plasma sângelui de unde absorb produsele de excreţie, care ulterior sunt eliminate prin tuburile lui Malpighi. Unele au şi rolul de a îngloba diferite corpuscule solide şi se numesc *fagocite.* Se găsesc grupări de nefrocite situate în sinusul pericardial, în jurul inimii, numite şi *celule pericardiale*, îndeplinind aceleaşi funcţii.

2.5. Sistemul secretor

Este format din două tipuri de glande: exocrine şi endocrine, care secretă diferite substanţe necesare organismului.

Glandele exocrine elimină secreţiile prin canale speciale, fiind repartizate pe diferite porţiuni ale corpului, după cum urmează:

- *glandele ceriere* produc substanțe ceroase, sunt răspândite pe toată suprafața corpului, comunică cu exteriorul prin pori, tuberculi, peri; se găsesc pe corpul păduchilor de frunză *(Aphididae*), pe urosternitele femelelor de lepidoptere cu care acoperă depunerile de ouă; la albină (*Apis mellifica*) sunt dispuse pe ultimul urosternit şi secretă ceară pentru construirea fagurilor etc;

- *glandele sericipare* produc secreții care formează firul de mătase, sunt localizate în zona intestinului şi se deschid în regiunea buzei inferioare (la omizile de *Bombyx* şi larvele de *Hymenoptera,* pentru confecționarea coconilor);

- *glandele urticante* se deschid la suprafața corpului, la unele omizi din *Lepiodoptera* (*Euproctis chrysorrhoea, Lymantria dispar, Cnethocampa processionea*);

- *glandele repulsive* elimină substanțe cu miros neplăcut, cu rol de apărare; sunt răspândite pe toată suprafața corpului (larvele *de Melasoma populi* au glandele pe partea dorsală, secretă o substanță amară); ploşnițele (*Heteroptera)* au glande pe corp, care secretă un miros respingător; la *Meloe* şi *Coccinella*, glandele de pe picioare elimină un lichid sanguinolent şi iritant;

- *glandele odorifere* cu secreții odorante, aromate (*Aromia)*;

- *glandele atractante* prezente în special la femele, prin secrețiile lor (feromoni) atrag masculii în timpul împerecherii, de asemenea transmit informații, întâlnite mai ales la insectele sociale (*Lepidoptera, Orthoptera*);

- *glandele producătoare de venin* sunt situate la extremitatea abdomenului, secreția fiind eliminată printr-un ac ce serveşte ca organ de apărare şi atac la unele *Hymenoptera*;

- *glandele salivare* localizate în diferite regiuni ale corpului, canalele lor se deschid în faringe la baza buzei inferioare;

- *glandele laccipare* secretă lacuri, un amestec de răşini cu ceară, care acoperă, de asemenea, corpul insectelor; se întâlnesc la unele specii de păduchi țestoşi;

Glandele endocrine sunt glande ale căror secreții pătrund direct în sânge, fiind lipsite de canale conducătoare; secrețiile poartă numele de hormoni cu rol în dezvoltarea stadiului de larvă, de năpârlire, de diapauză şi de metamorfoză. Din această categorie fac parte celulele neurosecretorii din creier, glandele: corpora cardiaca, corpora allata, precum şi glandele protoracale.

Glandele neurosecretorii (celule) situate în ganglionii cerebroizi secretă hormonul creierului care intervine în creştere şi dezvoltare.

Corpora cardiaca sunt glande situate în partea anterioară a ganglionilor cerebroizi şi coordonează activitatea glandelor protoracale.

Corpora allata situate în capsula cefalică secretă hormonul juvenil - *neotenin*, care reglează procesele de metamorfoză. Cantitatea de hormon este mai mare în primele vârste, când au loc intense procese de histogeneză a organelor.

Glandele protoracale în număr de două, secretă hormonul ecdyson, care reglează diapauza şi în general dezvoltarea larvară.

3. Funcțiile de reproducere

Insectele sunt animale cu sexe separate, rareori apar cazuri de ginandromorfism sau hermafroditism. În multe cazuri dimorfismul sexual este accentuat ca urmare a prezenței unor caractere sexuale secundare, cum sunt: mărimea corpului, forma antenelor, coloritul etc; acestea se împart în două categorii: ornamentale şi funcționale. Caractere ornamentale sau simple se întâlnesc la masculii care au corpul frumos colorat, cu irizații sau culori metalice(*Odonate,* specii de *Lepidoptere*) sau cu protuberanțe (cum este cornul la *Oryctes nasicornis*, *Copris lunaris* etc); la masculi, mandibulele sunt mai dezvoltate decât la femele (*Lucanus cervus, Lethrus apterus* etc); la masculii de *Forficula auricularia* cerci sunt mai dezvoltați decât la femele. Caractere sexuale secundare funcționale sunt: femelele au abdomenul mai dezvoltat decât masculii (*Hymenoptera, Lepidoptera* etc); la unele specii, femelele sunt lipsite de aripi sau le au reduse *(Operophthera brumata, Erannis defoliaria* etc); la altele (Coccidae), femelele sunt lipsite de picioare, dar au trompe foarte dezvoltate etc.

Organele genitale sunt situate în abdomen şi se compun din: glande genitale propriu-zise (ovare sau testicule), conducte de evacuare, glande anexe şi elemente care ajută fecundația (receptaculul seminal, punga copulatorie, la femele, şi organul copulator, la mascul). Orificiile genitale se găsesc situate ventral pe segmentele 8 sau 9 abdominale.

3.1.*Sistemul reproducător femel* este format dintr-o pereche de ovare (gonade), două oviducte, canalul comun numit vagin, glande anexe, receptacul seminal şi punga copulatorie (fig. 31).

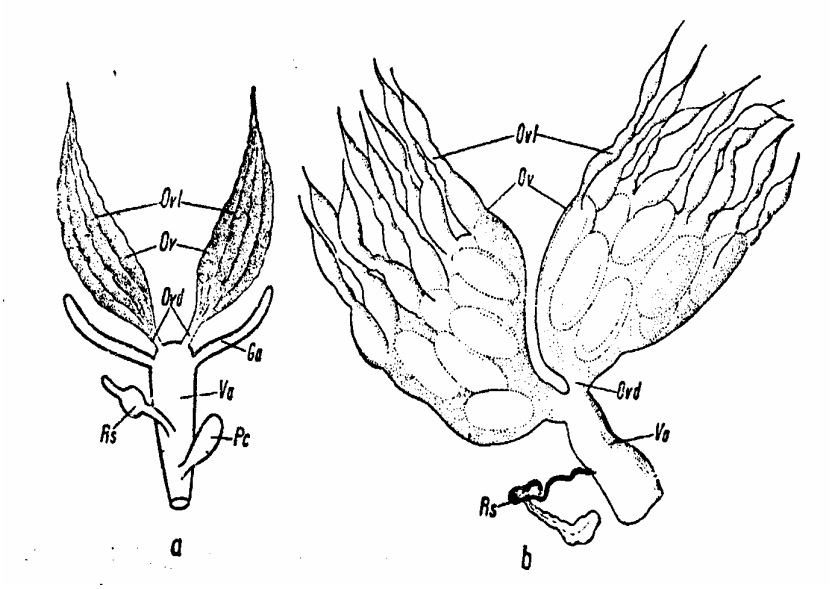


Fig. 31. Aparatul genital femel:
a-reprezentare schematică (după Escherich);b-la *Podagrica fuscicornis* (după Manolache); Ov-ovare; Ovl-ovariole; Ovd-oviducte; Ga-glande anexe; Va-vagin; Rs-receptacul seminal; Pc-punga copulatorie.

Ovarele sunt compuse dintr-un număr variabil de tuburi ovariene sau *ovariole* aşezate sub formă de spic (numărul lor variază: la afide un singur ovariol, la heteroptere 4, *Blatta* 16, la *Dytiscus* 90, la albină 200 şi termite 2500 ovariole). De numărul ovariolelor depinde numărul ouălor depuse de o femelă .

O ovariolă este formată din: *filament terminal*, cu care se fixează de peretele corpului sau de diafragma dorsală, *germarium* sau camera inițială, unde se formează celulele sexuale inițiale numite *oogoni, vitellarium,* unde se dezvoltă oocitele şi se transformă în ovule. Oogoniile cresc şi se transformă în oocite, care migrează în lungul ovariolei aşezându-se pe un singur rând. Ajunse în vitellarium, se dezvoltă pe seama substanțelor nutritive elaborate, cresc în dimensiuni, se maturizează, devin ovule şi sunt îmbrăcate cu un înveliş extern, numit *chorion;* acesta prezintă la polul anterior perforații numite *micropili* (căi de pătrundere a spermatozoizilor în timpul fecundării). Ovariolele sunt de două tipuri: *panoistice* (primitive), la care toate celulele genitale primare se

transformă în oocite şi nu există celule nutritive (*Apterygote, Odonata, Isoptera*), caz în care substanţele nutritive sunt luate din sânge, şi *meroistice,* la care în germarium se dezvoltă atât oocite cât şi celule nutritive, cu două tipuri: celulele nutritive migrează în lungul ovariolei (*Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera*, unele specii de *Coleoptera)* sau rămân în germarium şi celulele nutritive formează o masă protoplasmatică cu cordoane citoplasmatice ce transportă substanţele nutritive la celulele sexuale *(Heteroptera, Homoptera*).

Receptaculul seminal (spermateca) are forma unei pungi musculoase plasat pe partea dorsală a vaginului, cu rol de rezervor, în care se colectează spermatozoizii, care vor fecunda ovulele pe măsura trecerii lor în vagin; are importanţă mare, mai ales la insectele sociale, la care fecundarea are loc o singură dată, pentru o perioadă îndelungată (matca de albină se împerechează o singură dată în viaţă); poate prezenta glande speciale a căror secreţie servesc la păstrarea spermatozoizilor.

Punga copulatoare (*bursa copulatrix*) este situată dorsal pe vagin, rareori ventral (*Lepidoptera),* comunică printr-un orificiu aşezat înaintea vaginului şi serveşte la copulaţie; în ea pătrunde *edaeagul (*penis) şi se strâng spermatozoizii în timpul copulaţiei.

Glandele anexe se deschid în vagin înaintea orificiului genital (de obicei două) şi secreţia lor lipeşte ponta de substrat; participă la dezvoltarea larvelor, la insectele vivipare; la albină s-au transformat în două glande cu venin.

Pentru depunerea ouălor, femela are un ovipozitor pe segmentele 8 şi 9 (uneori poate ajunge la o lungime foarte mare, mai lung decât lungimea corpului, la insectele parazite, braconide şi ichneumonide).

3.2. Sistemul reproducător mascul este alcătuit dintr-o pereche de testicule, două canale deferente, canalul ejaculator, glande anexe şi organul copulator, sau penisul, care comunică la exterior cu orificiul genital (fig. 32).

Testiculele sunt formate din tuburi subţiri şi mici numite folicule, dispuse pectinat, în spic ori în formă de buchet; toate foliculele unui testicul sunt acoperite cu un înveliş comun numit *scrotum*.

Fiecare folicul testicular cuprinde mai multe zone: *germarium*, în care are loc spermatogeneza din celule genitale mascule sau spermatogonii; *zona de*

creştere, în care spermatogoniile cresc în mărime*; zona diviziunii şi reducerii,* în care spermatocitele se divid şi dau naştere la spermatidii şi *zona transformărilor*, în care se transformă în spermatozoizi.

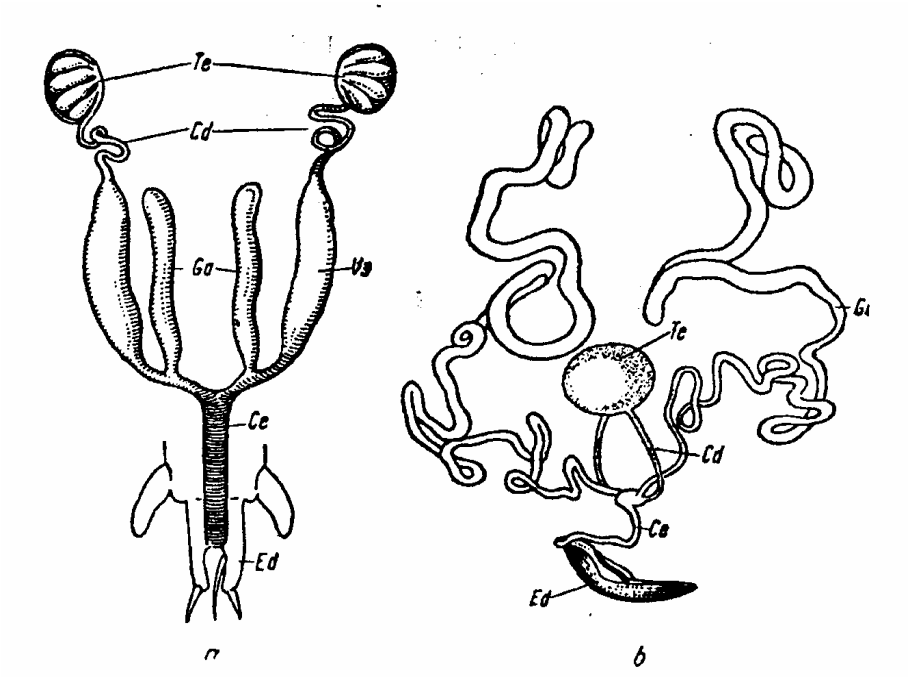


Fig. 32. Aparatul genital mascul :
a-reprezentare schematică (după Snodgrass); b-la *Podagrica malvae* (după Manolache); Te-testicule; Cd-canale deferente; Vs-vezicula seminală; Ga-glande anexe; Ce-canal ejaculator; Ed-edaegus.

După formare, spermatozoizii trec în *canale deferente* (spermiducte), tuburi subțiri şi sinuoase, uneori în partea terminală cu o dilatare numită *veziculă seminală* (cu rol de rezervor). Ele se unesc într-un canal ejaculator, care se face prin invaginarea ectodermului la extremitatea urosternitului 9, străbate organul copulator, format dintr-o excrescență cilindrică a peretelui corpului.

La locul de unire a celor două canale deferente, precum şi în canalul ejaculator, se varsă 1-3 perechi de *glande anexe*, de obicei tubulare, care fluidizează ejacularea, iar la unele insecte (*Periplaneta, Blatta*) servesc la formarea spermatoforilor.

Capitolul IV

REPRODUCEREA ŞI DEZVOLTAREA INSECTELOR

1. *Reproducerea insectelor*. În general, insectele se înmulțesc sexuat (amfigonic), dar se întâlnesc şi alte forme de înmulțire: paretenogeneza, poliembrionia, pedogeneza şi hermafroditismul.

Înmulțirea sexuată (*amfigonică*) presupune existența a două sexe; în urma copulării se depun ouă fecundate din care va rezulta descendența respectivă. Dacă unele specii de insecte, au la apariția adulților organele sexuale complet dezvoltate şi sunt capabile să se reproducă (împerechere şi depunere de ouă), întrucât se hrănesc puțin ca adult (*Lymantria dispar* etc), majoritatea insectelor au organele sexuale nedezvoltate şi au nevoie de o hrănire suplimentară de 10-15 zile, numită şi perioadă preovipozitară. Viața adulților poate fi scurtă şi o singură copulație este suficientă pentru a asigura fecundarea tuturor ouălor (*Lepidoptera*), dar dacă perioada preovipozitară se întinde pe o durată de 2-3 luni, au loc mai multe copulări (*Curculionidae, Chrysomelidae).* Unii masculi se împerechează o singură dată, după care mor (*Lepidoptera*, *Ephemeroptera*); alteori, sunt devorați după împerechere (*Carabidae, Acrididae*) sau în timpul împerecherii (*Mantis*).

Numărul ouălor depuse variază în funcție de specie. Astfel, unele coleoptere depun 50 de ouă, femelele lepidopterelor între 100 şi 2500; matca albinelor depune zilnic câte 1000 de ouă, iar termitele câte 30 de mii de ouă.

Partenogeneza (înmulțire agamă sau asexuată) este înmulțire fără

împerechere, în care insectele se dezvoltă din ouă nefecundate. Partenogeneza este de mai multe feluri:

-*excepţională*, când din ouă nefecundate rezultă urmaşi normali pentru ambele sexe (unele specii de *Orthoptera*) dar, de obicei, ouăle nefecundate mor;

-*facultativă*, când înmulţirea se realizează atât prin ouă fecundate, cât şi prin ouă nefecundate; acesta poate fi *arenotocă*, când din ouă nefecundate rezultă numai masculi (himenoptere sociale), *telitocă,* când apar numai femele (*Orthoptera*) şi *amfitocă*, când apar urmaşi din ambele sexe (unele *Lepidoptera*);

-*obligatorie*, la speciile care nu există masculi sau apar foarte rar, femelele rămân nefecundate şi din ouă apar numai femele (partenogeneză telitocă obligatorie); alteori partenogeneza alternează cu generaţii sexuate (partenogeneză ciclică) întâlnită la *Cynipidae* şi *Homoptere.*

Poliembrionia este tipul de înmulţire în care dintr-un ou se poate dezvolta mai mulţi embrioni (sute şi mii), care, apoi, se transformă în adulţi, întotdeauna de acelaşi sex. Se întâlneşte la himenopterele parazite *(Braconidae, Chalcidoidea*).

Pedogeneza constă în faptul că în cursul stadiilor de larvă şi pupă, ovarele se disociază, iar ovulele şi apoi larvele se dezvoltă în corpul larvei mamă. Larvele mature rup tegumentul şi ies în mediul extern; ultima generaţie de larve termină metamorfoza şi dau adulţi din ambele sexe care se împerechează şi depun ouă fecundate (se întâlneşte la Cecidomyide – *Miastor).*

Hermafroditismul este mai rar întâlnit; se caracterizează prin prezenţa, pe acelaşi individ, a ambelor sexe; poate fi rudimentar, când femele sunt normale, iar masculii hermafrodiţi (*Perla marginata*); hermafroditism adevărat, când indivizii trec mai întâi prin faza sexuată masculă şi apoi cea femelă *(Termitoxenia*). La unele specii corpul reprezintă un mozaic al ambelor sexe, la altele jumătatea dreaptă a corpului are caracter de femelă şi jumătatea stângă de mascul (unele *Lepidoptera, Ephemeroptera, Coleoptera*), numit şi fenomen de *ginandromorfism*.

Oul fecundat rezultă din unirea celor doi gameţi, mascul şi femel. Este o celulă de dimensiuni mari, acoperită la exterior cu un strat gros, numit *chorion*, care este rezistent, dar şi poros, permiţând schimbul de gaze; urmat de membrana vitelină; în interior se găseşte vitelusul formativ (ooplasma), vitelusul

nutritiv (deutoplasma) şi nucleul (fig. 33). La un capăt prezintă mai multe orificii (micropili) prin care pătrund spermatozoizii.

Ouăle sunt foarte variate ca dimensiuni, formă, culoare, număr, în funcţie de specii. Dimensiunea variază între 0,1-5 mm, iar ca formă pot fi: ovale *(Coleoptere, Lepidoptere*), alungite *(Acrididae, Diptere*), hemisferice *(Agrotinae - Lepidoptera*), pedunculate (*Chrysopa, Psyllidae*), sub formă de butoiaş *(Heteroptera*); pot prezenta la exterior diferite ornamentaţii (fig. 34).

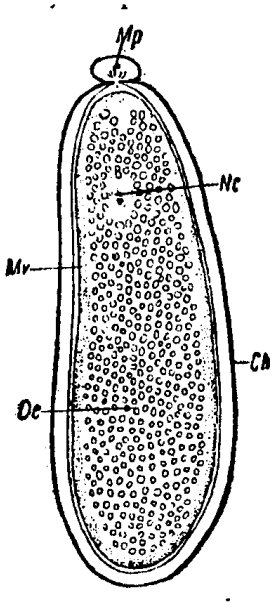


Fig.33.Secţiune longitudinală prin oul unei insecte (*Musca*)
Mp-micropil; Nc-nucleu; Ch-chorion; Mv-membrană vitalină; De-deutoplasma (după Henking şi Blochmann).

Insectele sunt animale prolifice, depun un număr mare de ouă. Totalitatea ouălor depuse de o femelă o singură dată sau în timpul vieţii se numeşte *pontă.* Ouăle pot fi depuse izolat sau grupate (la *Tortrix viridana* câte două, la *Lymantria dispar*, toate într-o grămăjoară ovală acoperită cu perişorii de pe abdomen, la *Malacosoma neustria* sub formă de inel etc). Uneori, sunt acoperite cu o substanţă vâscoasă care se întăreşte şi protejează ouăle – ootecă (*Orthoptera*, *Blattidae* etc).

În general, insectele depun ouăle acolo unde progenitura lor poate găsi condiţii favorabile de dezvoltare (pe diferite porţiuni ale plantei, scoarţă, lemn, sol, seminţe, iar cele entomofage – parazitoide, în ouă, în larve, în pupe şi în adulţii insectelor gazdă).

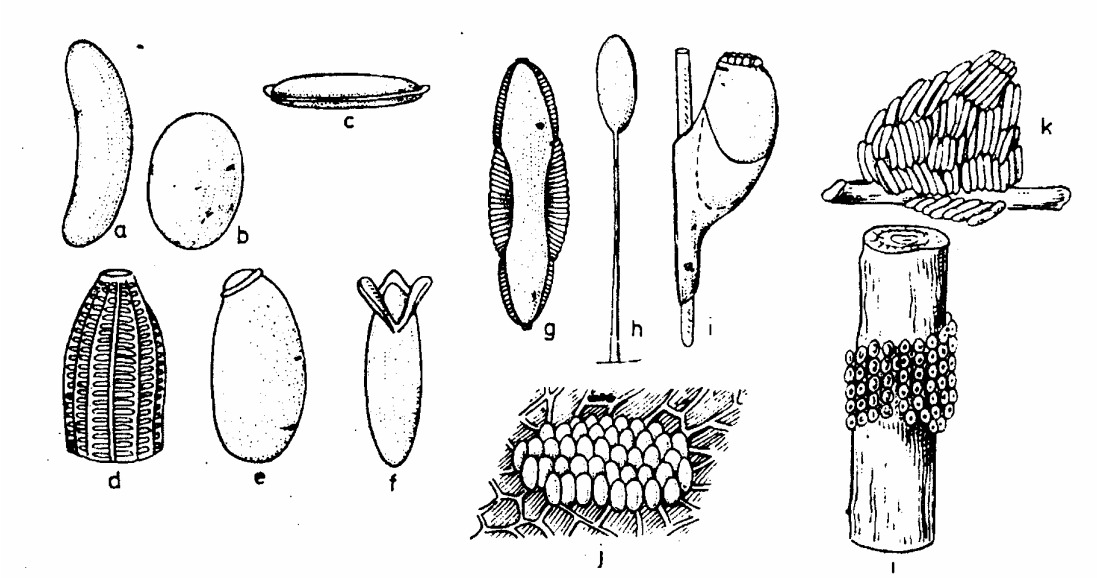


Fig.34.Tipuri de ouă la insecte:

a -*Apis melifica*; b -*Melolontha melolontha*; c -*Tortrix*; d -*Pieris brassicae*; e -*Cimex lectularius*; f -*Sarcophaga*; g -*Anopheles maculipennis*; h -*Chrysopa*; i -*Pediculus capitis*; j -*Leptinotarsa decemlineata*; k-*Tabanus*; i -*Malacosoma neustria*.

2. Dezvoltarea insectelor

Dezvoltarea reprezintă complexul proceselor de creştere şi transformări ce se succed în mod obligatoriu din momentul formării oului şi până la moartea fiziologică a adultului. În funcție de stadiul insectei, dezvoltarea poate fi: embrionară, postembrionară şi postmetabolă.

Dezvoltarea embrionară (embriogeneza) cuprinde perioada din momentul fecundării oului de către spermatozoid şi până în momentul ieşirii larvei din ou. Durata dezvoltării oului este cunoscută sub numele de *incubaţie*, care poate dura 8-12 ore la musca de casă , la unele specii de lepidoptere aproape 9 luni sau la unele specii de phasmide, până la 2 ani.

După locul unde are loc embriogeneza, insectele se împart în trei grupe:

-*ovipare,* când dezvoltarea embrionului are loc după depunerea ouălor, în mediul extern; prezentă la majoritatea insectelor (coleoptere, lepidoptere etc);

-*ovovipare,* când dezvoltarea embrionului începe în căile genitale materne şi se continuă în mediul extern, astfel încât în scurt timp are loc ecloziunea *(Homoptera*, *Sarcophagidae - Diptera);*

-*vivipare*, când dezvoltarea are loc în interiorul corpului femelei şi insecta naşte pui vii *(Aphididae, Quadraspidiotus perniciosus* etc).

Dezvoltarea postembrionară începe cu ieşirea larvei din ou (larva neonată) şi se termină cu ieşirea adultului din ultima exuvie larvară (la cele cu metamorfoză incompletă) sau din pupă (la cele cu metamorfoză completă). Ieşirea larvei din ouă (ecloziunea) se face prin tăierea corionului sub formă de căpăcel, roaderea unui orificiu sau prin ruperea acestuia datorită contracţiilor şi presiunii sanguine. La grupele de insecte inferioare, indivizii eclozaţi din ouă sunt asemănători cu părinţii, iar în grupele evoluate, larva eclozată diferă de stadiul de adult şi suferă modificări puternice ale structurii interne şi externe prin năpârliri, mai ales în stadiul de pupă. Prin urmare, dezvoltarea posembrionară se face, în general, cu schimbarea formei (adică prin metamaorfoză). Existenţa insectei cuprinsă între două metamorfoze este denumită *stadiu* şi în funcţie de gradul de evoluţie, insectele pot trece prin diferite stadii: *ou, larvă, pupă şi adult*.

În raport de gradul de metamorfoză prin care trec insectele pentru ajunge la stadiul de adult, se grupează în: *ametabole* (fără metabolie) şi *metabole* (cu metamorfoză).

Insectele apterygote cu dezvoltare ametabolă, *(Collembole, Diplura* şi *Thysanura)* năpârlesc şi în stare adultă (numită şi *epimetabolă*); la *Proture*, larvele se deosebesc de adulţi pentru că le lipsesc ultimele segmente abdominale, care apar după primele năpârliri (anamorfoză).

Deoarece la insecte metabolia are un caracter limitat, după asemănarea larvelor cu adulţii, insectele metabole (heteromorfe) se împart în:

-*heterometabole* (*hemimetabole*); larvele se aseamănă cu adulţii, având segmentele abdominale în număr complet, dar cu dimensiuni mai mici ale corpului, absenţa aripilor şi slaba dezvoltare a organelor genitale (*Orthoptera, Heteroptera*, unele *Homoptera*) (fig. 35);

-*holometabole* (metamorfoză completă), la acestea, între stadiul de ou şi adult (imago) se interpun alte două stadii complet diferenţiate de adult prin

forma externă şi internă (larvă, pupă); de exemplu omizile fluturilor sunt vermiforme, lipsite de ochi compuşi, antene rudimentare, aparat bucal de tip masticator etc (fig. 36).

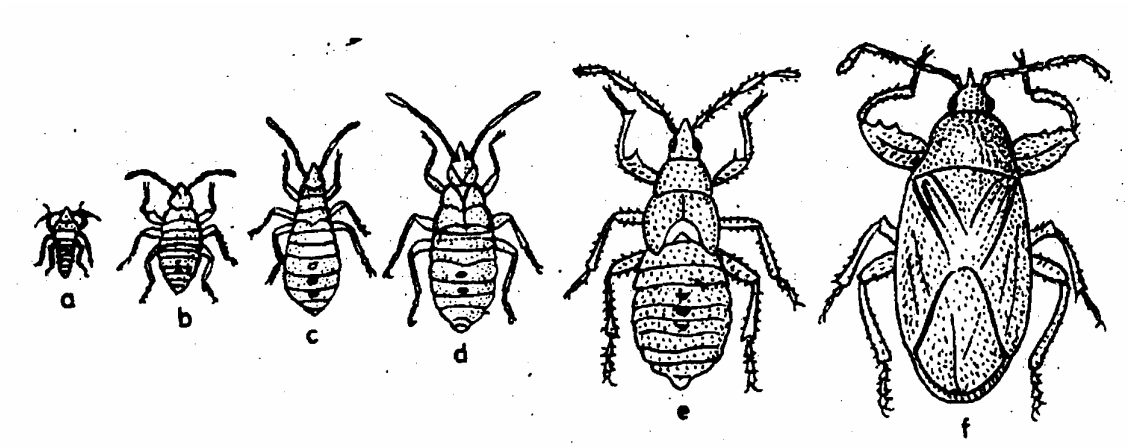


Fig.35. Dezvoltarea postembrionară hemimetabolă:
a-e – stadii larvare; f - adult.

Stadiul de larvă este o perioadă de hrănire intensă, timp în care se înmagazinează în corp mari cantităţi de substanţe hrănitoare. În funcţie de specie şi mediu, durata stadiului este de câteva zile (*Diptera*), până la câţiva ani (*Cerambycidae, Scarabeidae, Elateridae*, iar la unele *Buprestidae* până la 10 ani). Creşterea larvei are loc prin năpârliri succesive, când cuticula veche (exuvia), care constituie o piedică în creşterea corporală, este înlocuită cu una nouă; durata între două năpârliri se numeşte *vârstă larvară*.

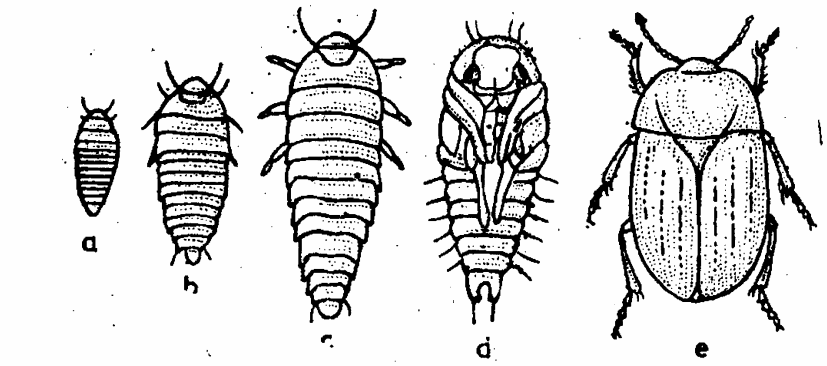


Fig. 36. Dezvoltarea postembrionară holometabolă:
a-c –stadii larvare; d - pupa; e - adult.

Larvele mature prezintă, mai mult sau mai puțin distinct, trei regiuni: cap, torace şi abdomen; capul este bine dezvoltat, obişnuit cu o pereche de ochi simpli (stemmata) dispuşi pe laturile capului şi o pereche de antene filiforme sau setiforme, formate din 2-5 articule, cu aparat bucal pentru rupt şi masticat (*Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera* etc) şi pentru înțepat şi supt (*Heteroptera, Homoptera*, unele specii *de Hymenoptera, Diptera, Thysanoptera*); toracele este prevăzut cu 3 perechi de picioare toracice (adevărate) iar aripile lipsesc; abdomenul sudat cu toracele şi, la unele specii, un număr variabil de picioare abdominale (pseudopode).

Larvele insectelor holometabole sunt grupate în câteva tipuri:

-*protopode,* cu abdomenul incomplet segmentat, cu rudimente de picioare, apendice cefalice, care, în afară de mandibule, sunt reduse (larve parazite de *Ichneumonidae, Chalcididae,Braconidae*) (fig. 37).

-*polipode* sau *eruciforme*; sunt caracterizate prin segmentare evidentă, prin prezența antenelor şi a picioarelor toracice; prezintă picioare false abdominale (pedesspuri) şi corpul cilindric; în funcție de numărul de picioare false sunt *omizi adevărate*, care au până la 5 perechi (larve de *Lepidoptera*), cu două perechi (larve de cotari) şi *omizi false* cu mai multe perechi de pedesspuri (larve de *Tenthredinidae -Hymenoptera*);

-*oligopode,* larve care au 3 perechi de picioare toracice, capul şi aparatul bucal bine dezvoltate; larvele sunt de mai multe tipuri: *campodeiforme* (seamănă cu insectele din *Campodea - Diplura*), care au corpul lățit, subțire, îngustat posterior şi terminat cu doi cercei, prădătoare, cu mers rapid (cicindellide, carabide etc); *melolonthoide*, numite şi „viermi albi", cu corpul voluminos şi curbat şi picioare scurte (*Scarabeidae, Lucanidae*); *elateriforme*, numite şi „viermi sârmoşi", cu corpul cilindric şi puternic chitinizat (*Elateridae, Tenebrionidae*) şi *triungulin*, care prezintă trei gheare la tars (*Meloidae);*

-*apode,* larve lipsite de picioare, cu corp vermiform, se deplasează cu ajutorul diferitelor apofize, spini şi perişori de pe suprafața corpului. După structura capului pot fi: *eucefale,* care au capsula cefalică normală (*Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae*, diferite *Nematocera*); *hemicefale*, care au capsula cefalică pe jumătate invaginată în torace (*Tipulidae*); *acefale*, lipsite de capsulă cefalică (diptere *Brachicera).*

La insectele holometabole se mai întâlnesc următoarele tipuri secundare: *polimetabole*, în timpul dezvoltării larva îşi schimbă morfologia şi activitatea de mai multe ori, de exemplu, larvele tinere sunt răpitoare şi mobile, cele în vârstă devin parazite (*Staphylinidae*); *hipermetabole*, la început larva este triungulin, apoi urmează pseudonimfa, larva prenimfală (care nu se hrăneşte) şi nimfa *(Lytta*); *criptometabole*, la care stadiile larvare şi pupale se petrec în ou (*Diptera - Phoridae*).

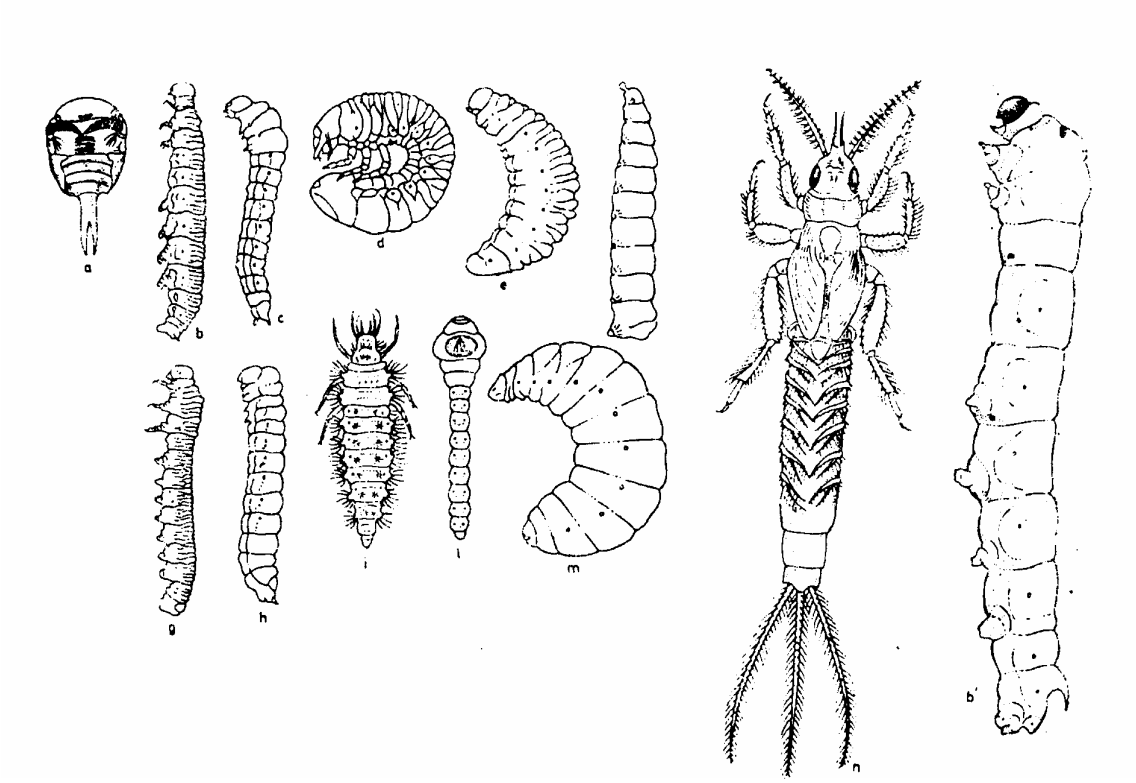


Fig.37.Tipuri de larve la insecte:
a-protopodă (*Platygaster*); polipode: b-la *Pieridae*; b'-*Bombicidae*; g-la *Tenthredinidae*; oligopode: c-la *Cephidae*; d-la *Melolonthinae*; h-la *Siricidae*; i-la *Plannpennia*; n-la *Ephemeroptera*; apode: e-la *Curculionidae*; f-la *Muscidae*; l-la *Buprestidae*; m-la *Apoidae* (după Peterson şi Schoenemund).

Stadiul de pupă este precedat de încetarea activităților de hrănire a larvei (excepție: nimfele de *Odonata* şi *Culicidae*) şi de deplasare, năpârlind, astfel, pentru ultima oară. Este un stadiu intermediar, între stadiul de larvă, cu acumulări de energie şi cel de imago, capabil să se reproducă. În interiorul corpului pupal au loc procese de reducere a unor organe (histoliză) şi de formare

de noi organe (histogeneză), caracteristice insectei adulte. Pentru parcurgerea acestui stadiu, larvele se adăpostesc într-un cocon țesut din fire de mătase sau din alte materiale: nisip, frunze uscate, pământ, resturi de plante etc.

După aspectul morfologic se deosebesc trei tipuri de pupe (fig. 38):

-*liberă*, are apendicele (antene, picioare şi aripi) libere, pe lângă corp, culoare alb-gălbuie *(Hymenoptera, Coleoptera*);

-*obtectă* (în formă de mumie), are apendicele lipite de corp printr-o membrană fină; în general de culoare brună (*Lepidoptera);*

-*coarctată* (în formă de butoiaş), este o pupă liberă în interiorul ultimei exuvii larvare care apare ca un butoiaş, cunoscută şi sub numele de *puparium* (la insecte din *Diptera).*

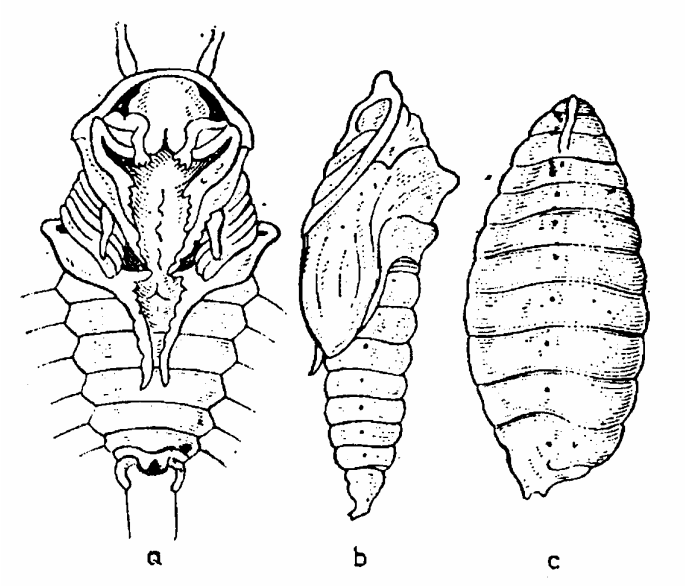


Fig.38. Tipuri de pupe la insecte:
a- liberă (la *Coleoptera*); b -obtectă (la *Lepidoptera*); c -coarctată (la *Diptera, Muscidae*).

Dezvoltarea postmetabolă începe cu apariția adultului şi se încheie cu moartea fiziologică a acestuia. Insecta adultă se eliberează din exuvia pupală cu ajutorul mandibulelor, al unor cângi chitinoase sau al presiunii sanguine a corpului; cuticula pupală se rupe de obicei la extremitatea anterioară, pe linia cu

cea mai slabă rezistență. Insecta nou apărută are corpul slab colorat, tegumentul moale şi aripile fălduratе; nu creşte şi nu năpârleşte, în schimb, suferă transformări de maturație şi îmbătrânire. Perioada dezvoltării postmetabole sau longevitatea este foarte diferită, de câteva zeci de minute (ephemeride), la altele de 1-2 ani (coleoptere, lepidoptere) sau chiar mai mult, de 5-15 ani (la insectele sociale: albine, termite).

Unele specii, au organele sexuale mature imediat după apariție (*Lymantria dispar),* sunt capabile să se reproducă; altele au nevoie de o hrănire de maturație sexuală (Ipidae).

Dezvoltarea posmetabolă prezintă trei perioade:

-*preovipozitară* sau de maturație sexuală, cu sau fără hrănire suplimentară;

-*ovipozitară,* când are loc împerecherea şi depunerea ouălor şi când se desfăşoară o activitate foarte intensă;

-*postovipozitară*, de îmbătrânire şi declin fiziologic, când sunt epuizate capacitatea de reproducere şi toate substanțele de rezervă.

3. Generația şi ciclul biologic la insecte

Prin *generație* se înțelege totalitatea indivizilor care se dezvoltă din ouăle depuse de femelele unei populații adulte, şi durează până la dispariția acestei descendențe. Această perioadă, include toate stadiile de dezvoltare ale insectei (de la ou până la adult, cu maturarea organelor sexuale şi apoi dispariția). Timpul necesar dezvoltării unei generații, diferă de la specie la specie şi variază sub influența factorilor climatici.

În funcție de timpul necesar dezvoltării unei generații, raportat la perioada unui an, insectele se împart în:

-*monovoltine*, cu o singură generație pe an (unele *Lepidoptera, Coleoptera*);

-*bivoltine* sau *polivoltine*, care au două sau mai multe generații pe an (unele *Lepidoptera, Coleoptera* şi respectiv *Aphididae, Coccidae, Diptera*);

-*multianuale* la care dezvoltarea unei generații se face în timp de mai mulți

ani (*Scarabeidae, Elateridae*); la cicada americană, *Cicada septemdecem*, ciclul evolutiv durează 17 ani.

Durata unei generații este în funcție de factorii climatici, de exemplu *Saperda populnea* în regiunile sudice este monovoltină, în cele reci, bianuală.

Ciclul biologic sau *evolutiv* înseamnă succesiunea stadiilor de dezvoltare sau a generațiilor unei specii la capătul căreia insecta se găseşte într-un stadiu identic cu stadiul de la care a pornit evoluția (de obicei stadiul de adult hibernant). Un ciclu biologic poate cuprinde una sau mai multe generații care se succed pe o perioadă de unul sau mai mulți ani.

La unele specii o generație se dezvoltă în cadrul unui ciclu evolutiv, de exemplu, insectele holometabole prezintă toate stadiile de ou, larvă, pupă şi adult, şi, după depunerea ouălor ciclul evolutiv, se încheie cu moartea adulților; la alte insecte (*Aphidoidea*) în cadrul aceluiaşi ciclu evolutiv, unele generații se înmulțesc partenogenetic (asexuat) şi altele sexuat (mai poartă denumirea de holociclic) dacă acest ciclu evolutiv se desfăşoară pe o singură gazdă, se numeşte *monoic,* iar pe două gazde*, dioic.*

Diapauza insectelor reprezintă o perioadă de repaus metabolic la care procesele fiziologice se reduc în intensitate , iar creşterea şi dezvoltarea se opresc; este provocată de factorii externi nefavorabili sau de cauze interne ale insectei. Diapauza este *obligatorie* pentru insectele la care acesta a apărut în decursul evoluției istorice, ca o adaptare la condițiile nefavorabile de mediu, este transmisă de-a lungul generațiilor şi *facultativă*, care apare datorită influenței negative a factorilor de mediu; sistemul endocrin coordonează intrarea sau ieşirea din diapauză. Printre factorii de mediu care determină diapauza, se numără: temperatura, lumina, umiditatea, hrana etc. La temperaturi scăzute, insectele se retrag pentru hibernare, intră în *diapauza hiemală*, sau de iarnă, şi rămân în această stare până în primăvară; la temperaturi ridicate, peste limita optimă de dezvoltare, unele insecte intră în *diapauza estivală*, sau de vară. Pentru insectele din zona temperată, diapauza hiemală este obligatorie, ea se face în funcție de biologia speciei, în diferite stadii; în stadiul de ou (embrion format în ou, la *Lymantria dispar, Malacosoma neustria* şi *Tortrix viridana*), în stadiul de larvă (*Euproctis chrysorrhoea, Cossus cossus, Cerambyx cerdo*), în stadiul de pupă (*Notodontidae, Hyphantria cunea*) precum şi în stadiul de adult

(*Coleoptera*). La insectele monovoltine, diapauza este obligatorie, indiferent de stadiul în care se petrece, pe când la insectele polivoltine, aceasta apare la generația de toamnă.

Unele insecte rămân cu unii indivizi din populație în diapauză prelungită, de 2-3 ani (de exemplu, un număr însemnat de larve în sol la *Balaninus glandium*, de pupe la *Phalera bucephala).*

Capitolul V

ECOLOGIA INSECTELOR

1.Relaţiile insectelor cu factorii de mediu

Pădurea este una dintre cele mai complexe şi stabile biocenoze cunoscute, cu o varietate de organisme animale, de la cele mai primitive, cum sunt protozoarele, până la vertebrate, în care insectele constituie grupa cea mai numeroasă de viețuitoare, şi care participă în diverse lanțuri trofice, realizând legături strânse cu componentele biotice şi abiotice.

Ecologia insectelor este disciplina care studiază complexul de factori ce caracterizează locul de trai al unei specii sau al unei biocenoze, modul de viață în funcție de condițiile mediului extern şi influența pe care o exercită mediul asupra populației speciei respective. Studiul acestor relații conduce la cunoaşterea factorilor care determină înmulțirea în masă şi răspândirea insectelor. Insectele sunt supuse acțiunii complexe a factorilor climatici, edafici şi biotici, care poartă denumirea de factori ecologici. Limitele acestor factori între care o specie poate trăi se numeşte valență ecologică. Din acest punct de vedere speciile sunt: *euritope* (*euribionte*) cu plasticitate ecologică mare, suportă variații mari şi sunt larg răspândite şi *stenotope* (*stenobionte*), care au plasticitate ecologică redusă şi sunt localizate în regiuni limitate. Factorii ecologici influențează ciclurile biologice ale insectelor, răspândirea, apariția

unor înmulțiri în masă, a unor noi dăunători etc.

1.1. Influența factorilor abiotici asupra insectelor

Factorii abiotici sunt formați din două grupe: cei climatici (temperatura, umiditatea, lumina, spațiu, curenții de aer şi presiunea atmosferică) şi edafici (de sol).

1.1.1. ***Factorii climatici***, respectiv condițiile meteorologice, în special temperatura şi umiditatea, influențează determinant înmulțirea şi răspândirea geografică a insectelor.

Temperatura. Insectele, ca şi alte nevertebrate, au temperatura corpului variabilă, corespunzătoare mediului în care trăiesc, sunt animale cu sânge rece, poikiloterme. În general, insectele au temperatura corpului mai ridicată, cu 0,5°-1°C, decât mediul înconjurător. Cu cât temperatura corpului este mai ridicată, cu atât procesele fiziologice se desfăşoară mai rapid.

Activitatea biologică a insectelor se desfăşoară între două praguri de temperatură: o limită inferioară de temperatură, denumită *prag inferior de dezvoltare* (prag biologic), sau temperatura minimă (to), şi o limită superioară, denumită *prag superior,* sau temperatură maximă de dezvoltare (T). Zona cuprinsă între aceste două limite se numeşte *zonă biologică*; sub pragul inferior şi deasupra pragului superior, se găseşte o zonă letală, în care insectele nu pot trăi. S-a constatat că între cele două praguri o temperatură constantă este nefavorabilă dezvoltării față de o temperatură variabilă.

În afară de aceste limite, organismele mai au *prag de prolificitate* (O), exprimând temperatura la care sexele devin fertile şi *un prag termic optim* (O1), la care dezvoltarea are loc în condiții optime (fig. 39)

La temperaturi scăzute, sub pragul inferior, insectele devin treptat imobile şi amorțesc. Moartea insectelor la temperaturi scăzute, se datorează mai întâi înghețării apei libere din spațiile intercelulare (cu formarea cristalelor de gheață) şi apoi când temperatura trece peste o anumită limită, denumită *prag termic critic*, când are loc înghețarea totală a apei din corp. Până la atingerea acestei

limite, se trece în starea de *anabioză,* din care insectele îşi pot reveni odată cu ridicarea treptată a temperaturii.

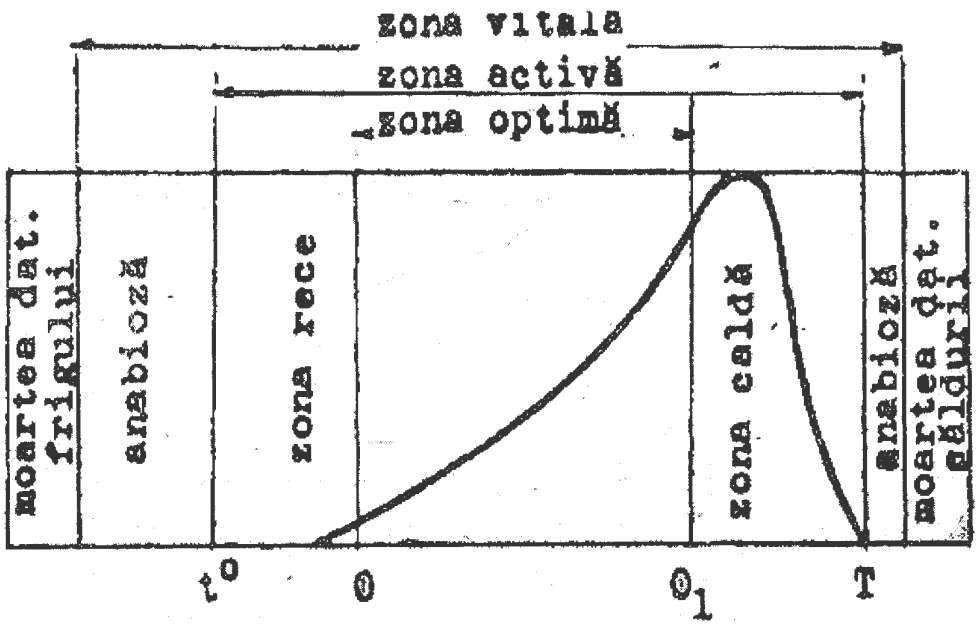


Fig. 39. Curba activităţii şi nivele de activitate la insecte(după Perju).

La temperaturi ridicate, peste pragul superior, activitatea încetează datorită coagulării treptate a substanţelor proteice; ea poate fi parţială, după care insectele îşi pot reveni, sau totală, care duce la decesul insectei. Insectele din zona temperată, la temperaturi sub pragul biologic (to), intră în diapauză hiemală. În acest scop îşi elimină apa din corp, pentru a rezista la temperaturi scăzute, iar primăvara la temperaturi peste acest prag, printr-o hrănire intensă îşi refac necesarul de apă. Insectele care suportă variaţii mari de temperatură se numesc *euriterme*, iar cele care suportă variaţii mici se numesc *stenoterme*.

Cele patru praguri de dezvoltare (t ,O, O1, T) împart zona biologică în trei subzone:

-*subzona rece* cuprinsă între pragul biologic (to) şi pragul de prolificitate (O), în care insectele sunt sterile, deoarece temperaturile scăzute încetinesc procesele vitale şi creşte durata dezvoltării;

-*subzona optimă* cuprinsă între pragul de prolificitate (O) şi optimul termic (O1), în care are loc reducerea perioadei de dezvoltare, cresc numărul generaţiilor şi prolificitatea;

-*subzona caldă* cuprinsă între optimul termic (O1) şi pragul superior (T), cu creşterea temperaturii, durata dezvoltării creşte şi scade numărul de generaţii şi prolificitatea.

Pentru dezvoltarea unui ciclu biologic sau al unui stadiu, insectei îi este necesară o cantitate de căldură, numită şi constanta termică (K), care reprezintă suma temperaturilor medii zilnice peste pragul biologic (to), când insecta îşi începe activitatea. Se calculează după relaţia propusă de Blunk:

K = d (tn - to), în care:

d - este durata de dezvoltare în zile;

tn - temperatura medie zilnică;

tn - to – temperatura efectivă.

Constantele termice sunt specifice fiecărei insecte; se folosesc orientativ în activitatea de prognoză şi avertizare a insectelor, întrucât la aceeaşi insectă, în diferiţi ani, această constantă (K) variază, deoarece pe lângă temperatură, dezvoltarea insectei este influenţată şi de alţi factori de mediu, care nu sunt reflectaţi în această relaţie. Grafic, corelaţia între durata de dezvoltare şi temperatură are forma unei hiperbole. La unele insecte, s-a calculat valoarea K şi to, de exemplu*: Malacosoma neustria* to=9° C şi K=l470° C; *Lymantria monacha* to=6°C şi K=1470°C, *Leptinotarsa decemlineata*, to=11,5° C şi K=387°C. La majoritatea insectelor optimul de dezvoltare este cuprins între 20° şi 30°C, iar între durata dezvoltării şi temperatură este un raport invers proporţional.

Prezentăm câteva exemple privind modul cum se adaptează insectele la temperatură:

-fluturele *Lymantria monacha* are zona vitală între - 40 °şi 45° C, cea optimă este între 10°-30° C; adulţii trăiesc normal 5-6 zile în timpul verii, dar prin scăderea temperaturii durata vieţii se prelungeşte la 51 de zile;

-fluturii de *Geometridae* (fluturi de gheaţă), sunt activi până toamna târziu (în octombrie-noiembrie), iar femelele depun ouăle la temperaturi scăzute care ajung până la –8° C;

-cărăbuşul de mai *(Melolontha melolontha*) are în zonele sudice ale Europei, o generaţie la 3 ani, în cele nordice, la patru ani (peste 51 latitudine nordică, cinci ani);

-la *Euproctis chrysorrhoea* iernarea larvelor se face în cuiburi, prin acest comportament de agregare sau de asociere a mai multor larve în cuib se asigură o temperatură favorabilă supraviețuirii în timpul iernii;

-la insectele defoliatoare sau la cele care trăiesc sub scoarța răşinoaselor, creşterea temperaturilor favorizează eclozarea larvelor, zborul şi împerecherea adulților;

-viespile parazite *Ichneumonidae* sunt active numai pe vreme caldă;

-organisme cu sânge rece, insectele, îşi ridică temperatura printr-o colorație şi structură a tegumentului, care permit absorbția căldurii solare (culori metalice sau culori închise);

-speciile de lăcuste migratoare sunt localizate în părțile sudice, calde, ale Europei, fiind iubitoare de căldură; ipidul *Xyloterus lineatus*, zboară primăvara devreme la 10°-12° C, pe când alte specii din această familie sunt în diapauză.

Umiditatea joacă un rol important în viața şi dinamica insectelor, apa fiind indispensabilă pentru procesele vitale, în stare liberă sau de constituție, sub formă de coloizi. În funcție de umiditate, insectele sunt *eurihidre* sau *stenohidre*, higrofile sau xerofile.

Majoritatea insectelor iau apa din hrană, altele direct din bălți (fluturi, albine) sau prin oxidarea stratului adipos acumulat ca rezervă, în stadiul de pupă. Insectele au diferite adaptări pentru reducerea pierderilor de apă: elitrele protejează corpul coleopterelor, pe lângă alte funcții; chitinizarea puternică a tegumentului reduce evaporarea, precum şi acoperirea corpului cu ceară (*Coccidae, Aphididae*).

La larvele insectelor care trăiesc în sol, se constată o migrație, pe verticală sau orizontală, în funcție de variația umidității în timpul vegetației (viermii albi, viermii sârmoşi); în unele cazuri de uscăciune se trece în diapauza estivală (larvele de *Polyphylla fullo* şi *Anoxia).*

Umiditatea influențează dezvoltarea insectelor, de exemplu, optimul de dezvoltarea la *Lymantria monacha* este umiditatea relativă a aerului de 85-100% şi temperatura cuprinsă între 17°-23°C; scăderea umidității sub 20% încetineşte dezvoltarea larvelor de sub scoarță sau lemn (*Ipidae, Cerambycidae, Siricidae* - la *Sirex* dezvoltarea, care se face în 1-2 ani, se prelungeşte la 4-5 ani); *Blastophagus piniperda* produce dăunări între scoarță şi lemn în păduri cu

umiditate ridicată, în zone uscate nu mai atacă sub scoarţa trunchiurilor, preferând rădăcinile.

Precipitaţiile sub formă lichidă (ploile) şi cele solide (zăpada) influenţează dezvoltarea insectelor. Căderea unor ploi abundente, perturbă activitatea insectelor care trăiesc în aer liber, împiedică zborul, reproducerea, depunerea ouălor (sau le spală de pe suportul de depunere); ploile torenţiale, distrug fluturii microlepidopteri aflaţi în zbor (*Tortrix viridana, Coleophora laricella, Semasia rufimetrana*), numeroase *Homoptere* şi *Coleoptere,* mici, sunt luate de torenţi. Precipitaţiile bogate care îmbibă solul, duc la dezrădăcinarea arborilor, mai ales în pădurile de răşinoase, fapt ce favorizează înmulţirea în masă a ipidelor.

Stratul de zăpadă oferă un adăpost prielnic pentru hibernarea majorităţii speciilor de insecte, în timpul iernilor lipsite de zăpadă şi cu geruri sunt defavorabile, o mare parte pier din cauza îngheţului. În acelaşi timp, topirea zăpezii contribuie la creşterea gradului de umiditate a solului, influenţând activitatea insectelor care trăiesc în sol; căderile masive de zăpadă, mai ales zăpada moale, provoacă rupturi şi dezrădăcinări în arboretele de răşinoase şi favorizează instalarea insectelor de scoarţă şi lemn.

Oscilaţiile de temperatură şi umiditate au un rol important în apariţia focarelor de înmulţiri în masă a insectelor (gradaţii). Prin corelaţia acestor doi factori, în reprezentarea grafică, pe o axă înscriindu-se temperaturile medii lunare, pe cealaltă valorile de umiditate, se formează o *pluviotermogramă* (climogramă); prin analiza periodică, se poate observa în ce măsură condiţiile climatice au fost favorabile dezvoltării insectelor. Pentru ilustrarea aspectului cantitativ, se utilizează *bioclimogramele*; acestea sunt grafice care reflectă legătura dintre condiţiile meteorologice şi constantele caracteristice diferitelor specii de dăunători.

Dacă factorii meteorologici se încadrează în limitele subzonei optime, se prevede înmulţirea în masă a populaţiei speciei respective, cu condiţia ca factorii de reglare (zoofagi) să fie minimi.

Lumina este un factor climatic care influenţează întreaga activitate a insectelor: zbor, reproducere, hrănire, formare a pigmenţilor etc. La insecte, în diferite stadii se manifestă o reacţie *fototropică pozitivă* (adulţii de *Lepidoptera*, care se prind în capcane luminoase) sau *fototropică negativă* (larvele de sub

scoarță, din lemnul arborilor şi din sol, expuse la soare, mor).

În general, insectele care trăiesc fără lumină, au corpul depigmentat (larvele de *Scarabeidae*, termite etc). Multe insecte se împerechează în zilele însorite, iar viespile parazite sunt mai active; atacul ipidelor şi cerambicidelor are loc pe părțile luminate şi însorite ale arborilor, unde temperatura ajunge la 50-60°C (dezvoltarea se petrece într-un timp relativ scurt); unele specii se dezvoltă mai bine pe arborete rărite, luminate şi pe marginea lor (*Cerambyx cerdo, Lymantria dispar, Hyphantria cunea* etc).

La majoritatea populațiilor ce alcătuiesc biocenoza forestieră, alternanța luminii cu întunericul a determinat prin adaptare, apariția ritmurilor circadiene, adică succesiunea perioadelor de activitate şi repaus, în timp de 24 de ore. Unele insecte zboară ziua, la ore cu luminozitate maximă (diurne) şi la temperaturi ridicate *(Ipidae, Buprestidae, Ichneumonidae* etc), alte specii zboară în amurg (crepusculare, *Scarabeidae*), iar altele noaptea (nocturne*, Noctuidae - Lepidoptera*). Acest ritm are loc şi în hrănirea omizilor; de exemplu, cele de *Lymantria dispar* se hrănesc intens între orele 4-8 şi 20-24 ; larvele de *Thaumetopoea processionea* se încolonează şi se deplasează noaptea pentru hrănire. Se constată că la unele insecte durata dezvoltării este mai lungă la scăderea timpului zilnic de iluminare; respirația este mai intensă la lumină; zilele mai scurte din timpul toamnei determină trecerea insectelor în diapauză hiemală.

Prezența celor patru sezoane în climatul temperat, a determinat la populațiile biocenozelor, adaptări ce se manifestă prin schimbarea înfățişării şi intensității activităților vitale; aceste schimbări ale fenotipului speciilor, care se produc anual, se numesc fenofaze.

Curenții de aer (vântul) contribuie la intensificarea evaporării apei din corpul insectelor, împiedică mişcarea, hrănirea, copulația şi ponta, dar favorizează răspândirea la mari distanțe. Multe specii de insecte dăunătoare (anemohore) sunt transportate de vânt la distanțe mari (omizele neonate şi păroase de *Lymantria dispar, L. monacha, Hyphantria cunea*, roiurile de *Ipidae*, de *Homoptere*, larvele unor *Coccidae*, țânțari - *Diptera* etc); vânturile puternice transportă şi înecă în ape adulții unor insecte surprinse în timpul zborului (cărăbuşi, lăcuste, libelule, buburuze).

Presiunea atmosferică. Micşorarea presiunii atmosferice reduce activitatea unor insecte (furnici), pe altele le obligă să se adăpostească (omizile de *Aporia crataegi),* activează zborul fluturilor şi lăcustelor; le sensibilizează faţă de temperatură şi le măreşte zonele mortale, la altele grăbeşte ieşirea adulţilor din pupe.

1.1.2. Influenţa factorilor edafici

Solul constituie un important factor ecologic în dezvoltarea şi răspândirea insectelor; el influenţează direct, prin proprietăţile sale fizice şi chimice, şi indirect, prin condiţionarea diferită a vegetaţiei. Dezvoltarea multor larve de insecte (larve *Elateridae, Scarabeidae, Tenebrionidae, Noctuidae - Lepidoptera*, precum şi coropişniţa *Grylotallpa grylotallpa*) sau cel puţin a unui stadiu de dezvoltare, are loc în sol. Astfel, în solurile sărace, cu un conţinut ridicat de humus brut, se dezvoltă o faună bogată, instalându-se viermii sârmă, larve de diptere, specii parazite, constituind 85% din fauna solului; în general, solurile uşoare, nisipoase, sunt populate mai puternic cu specii de insecte, faţă de cele grele, argiloase. Solurile umede şi cu reacţie acidă sunt mai populate decât cele cu reacţie neutră sau bazică. Majoritatea speciilor de *Elateridae* se întâlnesc în solurile acide cu ph 4-5,2, în timp ce larvele de *Scarabeidae* preferă solurile cu reacţie alcalină sau neutră.

Insectele se deplasează pe verticală datorită variaţiei factorilor abiotici (temperatură, umiditate) şi pe orizontală pentru căutarea hranei. Primăvara, larvele migrează în zona superficială a solului, unde se hrănesc cu rădăcini, iar toamna coboară la adâncimi mari, chiar la 1 m; aceste deplasări pot fi şi periodice, în funcţie de variaţia acestor factori. Condiţiile nefavorabile de sol, pot produce debilitarea arboretelor atacate de insectele defoliatoare (*Lepidoptera*) şi apoi de cele secundare (*Ipidae, Cerambycidae*, ce se instalează sub scoarţă şi în lemn). Nivelul apei freatice împiedică deplasarea insectelor în sol, producându-le moartea (larve de cărăbuşi).

1.2 Factorii biotici.

În categoria factorilor biotici se includ: hrana, zoofagii, microorganismele entomopatogene şi factorul antropic..

Hrana sau factorul trofic este sursa prin care insectele îşi procură energia necesară activităţilor biologice, condiţionează prezenţa şi numărul insectelor dintr-o biocenoză. Plantele conţin anumite substanţe chimice (glicozizi, albumine, uleiuri) ale căror arome sau gusturi specifice sunt căutate de insecte; aceşti feromoni vegetali sunt decodaţi cu ajutorul sensilelor olfactive de pe antene, care direcţionează insectele de la distanţă. Hrănirea cu plantele preferate, măreşte prolificitatea şi reduce mortalitatea (exemplu omizile de *Lymantria dispar* crescute pe *Quercus cerris* dau fluturi cu o prolificitate de 200-250 ouă, iar cele crescute pe *Biota orientalis*, numai 120-150 de ouă).

În funcţie de felul hranei, insectele se împart în trei categorii: *fitofage, zoofage* şi *pantofage (omnivore*) .

Insectele fitofage sunt categoria cea mai largă, ele hrănindu-se cu partea vie a plantelor, dar şi cu substanţe moarte, aflate în descompunere (insecte saprofage). Insectele se pot hrăni cu singur organ al plantei (*stenomere*), sau cu mai multe organe (*eurimere*). După organele pe care le preferă, insectele fitofage se pot împărţi în: insecte folifage care se hrănesc cu aparatul foliar al plantelor; florifage - cu elementele florale, xilofage, care se hrănesc cu lemn, seminifage, care se hrănesc cu seminţe, micofage, cu ciuperci, saprofage, care se hrănesc cu materii organice în descompunere etc.

După numărul de specii de plante cu care se hrănesc, insectele pot fi*: polifage*, care se hrănesc cu mai multe specii de plante aparţinând mai multor familii; *oligofage*, care se hrănesc cu plante înrudite botanic şi *monofage*, care preferă o singură plantă. Deşi unele insecte sunt polifage, preferă totuşi o specie gazdă unde se înmulţeşte foarte bine (*Lymantria dispar* - preferă stejarul pedunculat*, Hyphantria cunea* - dudul).

Calitatea hranei influenţează mult dezvoltarea insectelor; bogată în substanţe proteice scurtează dezvoltarea insectelor, contribuie la mărirea numărului de generaţii, pe când cea bogată în hidraţi de carbon prelungeşte dezvoltarea.

Regimul alimentar poate varia şi în funcţie de stadiul de dezvoltare a insectei: fluturii *(Lepidoptera*) sunt dăunători numai în stadiul de omidă, adulţii se hrănesc cu nectarul florilor; speciile de *Coleoptera* sunt dăunătoare şi în stadiul de adult şi de larvă, pe aceleaşi organe ale plantei (*Ipidae, Anobiidae*), pe

organe diferite (larvele de cărăbuş atacă rădăcinile puieţilor, respectiv adulţii, foliajul) sau, în alte cazuri, numai atacul larvelor are o importanţă economică (*Elateridae, Cerambycidae, Buprestidae*); la insectele parazite, în stadiul larvar sunt carnivore, dar adulţii se hrănesc cu nectarul florilor de umbelifere.

Cât priveşte rezistenţa faţă de atacul cauzat de insecte, se constată că foioasele, deşi sunt tot atât de puternic atacate ca şi răşinoasele , sunt mai rezistente. Dintre răşinoase, pinul şi laricele sunt mai rezistente decât bradul şi molidul; arboretele mai bătrâne sunt mai rezistente decât cele tinere etc. Pe măsură ce arborii îşi pierd din vitalitate devin lâncezi, ei sunt atacaţi de numeroase specii de insecte, la fel şi cei debilitaţi prin incendii, prin infestarea cu dăunători secundari de scoarţă şi lemn.

În ce priveşte relaţiile dintre insecte şi plante, amintim polenizarea, prin care insectele se hrănesc cu polen şi nectar (*Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera*); simbioza între unele insecte şi ciuperci (*Trypodendron lineatum* cultivă în galeriile sale ciuperca *Monilia candida*, pentru hrana larvelor sale) sau între insecte şi bacterii (termitele au în intestinul posterior bacterii şi protozoare pentru digerarea lemnului). Se poate aminti şi existenţa plantelor carnivore (*Drosera, Utricularia*) care prezintă organe speciale, ghimpi, tentacule, substanţe lipicioase de capturare a unor diptere mici, pe care apoi le digeră.

Zoofage sunt speciile de parazitoizi şi prădători care au o mare influenţă în micşorarea populaţiilor de dăunători şi care aparţin sistematic atât nevertebratelor cât şi vertebratelor.

Insectele fitofage dăunătoare constituie hrana pentru numeroase specii entomofage, parazitoide şi prădătoare, din clasa *Insecta* (din *Coleoptera, Heteroptera* etc - specii prădătoare şi din *Hymenoptera şi Diptera* – specii parazitoide), cu rol important în reducerea naturală a populaţiilor dăunătoare. Unele specii pot fi aclimatizate în diferite zone geografice, se pot înmulţi în biofabrici şi lansate în biocenoze, fiind astfel utilizate în combaterea biologică şi integrată a dăunătorilor.

În funcţie de rolul pe care îl au insectele în economia pădurilor se pot împărţi în:

-*insecte dăunătoare*, care includ pe cele fitofage, ce dăunează arborii şi au acţiune indirectă, de vectori ai unor microorganisme patogene pentru arbori şi

animale;

-*insecte folositoare*, specii entomofage parazitoide şi prădătoare ale insectelor fitofage şi cu acţiune indirectă, cele saprofage (descompunătoare a materiilor organice) şi polenizatoare.

Microorganisme entomopatogene, adică viruşii, bacteriile, ciupercile şi protozoarele care îmbolnăvesc insectele fitofage. Unele dintre acestea produc epizootii naturale (îmbolnăviri în masă în faza de criză a gradaţiilor) sau se înmulţesc controlat şi se aplică sub formă de preparate biologice în combaterea biologică a insectelor dăunătoare.

Factorul antropic. Omul, în calitate de „dirijor" a relaţiilor trofice din cadrul biocenozei - a pădurii, influenţează hotărâtor soarta acestora. Poate gospodări pădurile prin acţiuni care să nu le deregleze echilibrele trofice stabilizate de-a lungul deceniilor sau prin măsuri brutale: tăieri neraţionale, plantări atipice, artificializarea biocenozei, monocultură etc, să deregleze aceste echilibre, refacerea acestora necesitând imputuri de energie costisitoare (măsuri de combatere biologică, chimică etc).

2. Înmulţirea in masă a insectelor

2.1. Teorii privind înmulţirea în masă a insectelor

În păduri, considerate biocenoze cu stabilitatea cea mai ridicată, în anii normali sau ani de latenţă, numărul insectelor variază în limite reduse, încât prezenţa lor nu poate fi observată; acest număr de indivizi ai unei specii se numeşte număr normal, *generaţia rezistentă* sau *generaţia de fier*. În anumite condiţii climatice, de obicei ani cu temperaturi ridicate şi secetă, densitatea populaţiei începe să crească peste numărul latent şi începe *înmulţirea în masă* sau *gradaţia*, care este definită încă din anul 1921 ca „totalitatea fenomenelor de la începerea creşterii numărului de indivizi, atingerea punctului maxim şi revenirea la numărul iniţial".

Înmulţirile în masă ale insectelor sunt provocate de variaţia factorilor abiotici şi abiotici din biocenoză (exogeni) şi de caracteristicile speciei (endogeni).

Factorii externi (exogeni), care influenţează dinamica populaţiilor, sunt de natură abiotică (temperatura, umiditatea, precipitaţiile, curenţii de aer) şi de natură biotică (parazitoizii, prădătorii, microorganismele entomopatogene şi hrana, precum şi activitatea umană).

Factorii interni (endogeni) sunt specifici fiecărei specii cum ar fi: prolificitatea, numărul de generaţii pe an, procentul de femele în populaţie. Insectele care produc gradaţii prezintă un potenţial biotic ridicat, cu fecunditate mare, cu viteză mare de dezvoltare (una sau mai multe generaţii pe an) şi în care predomină femelele.

Starea de stabilitate a biocenozelor, se realizează prin echilibrul între tendinţa de creştere a numărului de indivizi (potenţial de înmulţire) şi cel de scădere al acestora ca rezultat al acţiunilor factorilor de mediu, atât biotici cât şi abiotici (rezistenţa mediului).

Printre cauzele importante care influenţează înmulţirile în masă ale insectelor sunt caracteristicile arboretelor: compoziţia, vârsta şi starea de sănătate. Arboretele de foioase sunt mai rezistente decât cele de răşinoase; amestecurile sunt mai rezistente decât monoculturile, cele naturale faţă de cele create pe cale artificială.

Slăbirea fiziologică a arboretelor, care favorizează înmulţirile în masă a dăunătorilor, se datorează activităţii umane prin: extinderea arboretelor pure pe cale artificială (cazul molidişurilor), prin extinderea speciilor autohtone în afara arealului (cazul răşinoaselor), introducerea în cultură a unor specii exotice (cazul duglasului), influenţa noxelor industriale (ploi acide) etc.

Pentru explicarea fenomenului de supraînmulţire a insectelor s-au emis mai multe teorii: cea a înmulţirilor în masă (Germania) şi cea a echilibrului populaţiilor (Anglia).

Teoria parazitară explică evoluţia înmulţirilor în masă în funcţie de diferite organisme entomofage (mai ales specii parazitoide, prădătoare şi organisme entomopatogene). Potenţialul biotic de înmulţire a insectelor este în echilibru cu cel care frânează această înmulţire, organismele entomofage şi entomopatogene. Supraînmulţirea apare ca urmare a unui dezechilibru între populaţia dăunătorului şi organismele cu rol în frânare. Aceasta poate fi declanşată de condiţiile meteorologice sau de hrană, care devin favorabile

speciei dăunătoare. Înmulțirile în masă iau sfârşit când densitatea organismelor folositoare creşte în aşa măsură, încât poate să echilibreze înmulțirea dăunătorilor (înmulțirea în masă a dăunătorului, determină cu un decalaj de 1-2 ani, înmulțirea speciilor folositoare). Această teorie s-a bazat, în special, pe observarea unor populații de dăunători introduse în noi regiuni cu condiții favorabile de dezvoltare şi unde nu exista specii entomofage specifice. De exemplu, *Lymantria dispar,* introdusă din Europa în America de Nord, a produs daune catastrofale la răşinoase, iar înmulțirile în masă au fost stopate prin introducerea speciilor parazitoide; la fel, în cazul insectei *Hyphantria cunea*, introdusă în Iugoslavia, echilibrarea populațiilor s-a realizat prin aclimatizarea unor specii parazitoide. Întrucât s-a observat că şi parazitoizii sunt supuşi unor factori biotici ai biocenozei (hiperparaziți) s-a trecut la *teoria biocenotică*, care consideră că nu raportul dăunător-parazitoid, ci raportul dăunător-biocenoză este răspunzător de producerea gradațiilor.

Teoria biocenotică arată că evoluția dăunătorului se datorează nu numai paraziților, ci şi unui complex de relații care apar în cadrul biocenozei. Cu această teorie şi cu cercetările efectuate asupra biocenozei s-a trecut la utilizarea practică a acestor elemente biocenotice constitutive, cunoscute şi sub numele de „combaterea biologică a dăunătorilor".

Teoria climatică ia mai puțin în considerare elementele biocenotice şi consideră că înmulțirile în masă a insectelor se datorează unor combinații favorabile de temperatură şi umiditate relativă a aerului, ce determină mărirea potențialului de înmulțire a insectelor dăunătoare. Teoria a fost criticată pentru că se bazează numai pe experiențe realizate în laborator şi ține cont doar de doi factori climatici.

Teoria hranei consideră că hrana joacă un rol hotărâtor în gradații, prin cantitate şi calitate. Pentru dezvoltarea insectelor cel mai mult contează starea fiziologică a arborilor gazdă; declinul fiziologic favorizează creşterea densității insectelor dăunătoare fitofage.

Teoria gradocenului pare una din cele mai complete, care consideră că înmulțirea în masă este determinată de o serie de factori interni şi externi, biotici şi abiotici care acționează într-o rețea foarte complexă de relații multiple. Aceşti factori formează un complex –*gradocenul*, care acționează ca o unitate, cu

variații dinamice în timp şi spațiu. Numai în cazul unui dezechilibru între relațiile dintre factori, se poate deduce importanța unuia sau a altuia, în favorizarea sau defavorizarea declanşării unor fenomene de înmulțire în masă.

Alte teorii, cele ale *echilibrului populațiilor*, folosesc temenii de „control natural", „reglare" prin care se înțelege variația densității în jurul unei valori medii; creşterea densității prin natalitate şi imigrare este echilibrată de scăderea prin mortalitate şi emigrare. Factorii care influențează dinamica populațiilor sunt*: factorii dependenți de densitate* (parazitoizi, prădători şi microorganisme entomopatogene), ei reduc densitatea după o creştere numerică excesivă şi *factorii independenți de densitate* (factori climatici: temperaturi scăzute, ploi torențiale), ce reduc populația şi tind să o elimine total. În funcție de această clasificare s-au elaborat teoriile de mediu, de reglare şi constituționale.

Teoriile de mediu arată că potențialului biotic al fiecărei specii i se opun factorii biotici şi abiotici, care variază permanent şi formează rezistența mediului.

Teoriile de reglare susțin că reducerea densității se datorează unor factori dependenți de densitate; aceştia intră în acțiune numai când populația a atins valori mari (suprapopulație).

Teoriile constituționale iau în considerare componenta genetică a populației, reducerea dăunătorilor se datorează înrăutățirii calității populației însăşi; înmulțirea rapidă dintr-un număr mic de părinți determină consangvinizări, iar condițiile de mediu favorabile nu exercită o selecție corespunzătoare.

În arealul fiecărei insecte dăunătoare se disting trei zone: *zona permanentă*, unde insecta este permanentă cu densități relativ ridicate (cu dăunări permanente); *zona de gradații* (zona cu dăunări mari), unde periodic se produc înmulțiri în masă şi *zona de latență* (zona fără dăunări) fără înmulțiri în masă.

În zona de gradații, dăunătorii se găsesc în stare de latență şi numai în anumite condiții se înmulțesc şi produc pagube mari. Gradațiile insectelor dispar natural, după ce mai mulți ani produc pagube importante sau se intervine artificial prin măsuri de combatere integrată. Cea mai mare parte din teritoriul

ţării intră în zona de gradaţie a insectei *Lymantria dispar*, iar pentru *Dendrolimus pini*, în zona de latenţă.

Înmulţirea în masă apare mai întâi în zona de gradaţie pe suprafeţe mici „focare primare", cu pagube mari, iar în zonele limitrofe, cu un decalaj de 1-2 ani, „focare secundare", ultimele nu iau naştere prin migrarea din focarele primare.

2.2. Fazele şi caracteristicile gradaţiei

Înmulţirea în masă a insectelor se numeşte gradaţie. Gradaţia cuprinde intervalul de timp de la începutul înmulţirii în masă a dăunătorului şi până la revenirea în starea de latenţă, adică la un nivel numeric redus.

În dezvoltarea unei gradaţii distingem două perioade: progradaţia şi retrogradaţia (fig. 40). *Progradaţia* (partea ascendentă a gradaţiei) are loc în intervalul de la începutul gradaţiei şi până la atingerea punctului maxim şi *retrogradaţia* (partea descendentă a gradaţiei), de la punctul maxim al gradaţiei, până la terminarea ei.

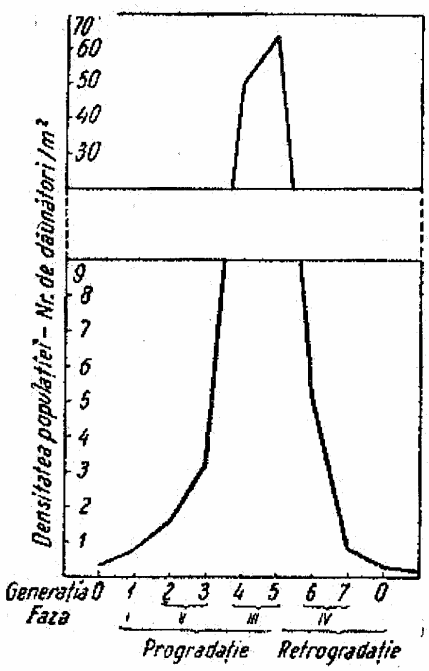


Fig.40. Schema dezvoltării dăunătorului *Lymantria dispar* (după Ilinski)

Din punct de vedere teoretic, gradaţia cuprinde 4 faze: incipientă, creştere numerică, erupţia şi faza de criză. Primele trei faze formează progradaţia, iar ultima, retrogradaţia.

Faza incipientă (faza întâi) este cea în care numărul insectelor creşte de câteva ori (2-4), dar acestea produc atacuri sporadice (la arbori izolaţi sau în unele părţi ale arboretelui); adulţii sunt viguroşi, femelele prezintă o fecunditate mare, mortalitatea foarte redusă; această fază durează un an.

Faza creşterii numerice (faza a doua) durează doi ani, numărul insectelor creşte mult, totuşi prezența lor poate fi observată printr-o cercetare atentă a arboretului infestat; în primul an dăunările sunt mici, în al doilea an, mai evidente, dar pe suprafețe reduse. Este faza cea mai importantă pentru evoluția ulterioară a gradației, în sensul că o schimbare a condițiilor de mediu poate aduce populația la starea de latență. Spre sfârşitul fazei, se observă şi activitatea entomofagilor (care produce o gradație cu o întârziere de 2-3 ani față de insecta dăunătoare).

Faza de erupție (faza a treia) durează 1-2 ani şi prezintă o creştere populațională explozivă a densității dăunătorului, în acelaşi timp cu dăunări puternice (de multe ori totale). Datorită unei densități foarte mari, apar fenomene de suprapopulare ca: lipsa hranei, care afectează mai ales indivizii care vor forma femele, mortalitate ridicată; are loc reducerea numărului de femele şi a fecundității; apariția în masă a entomofagilor (parazitoizi şi prădători) şi îmbolnăvirea omizilor din ultimele vârste prin activitatea microorganismelor entomopatogene.

Faza de criză (faza a patra) se caracterizează prin aceea că numărul insectelor scade brusc, ca urmare a înmulțirii puternice a entomofagilor, a scăderii pronunțate a fecundității şi a viabilității. Reducerea numărului de insecte se face într-un an la insectele mai viguroase (*Lymantria dispar, Malacosoma neustria, Euproctis chrysorrhoea)* şi în doi ani la insecte mai puțin viguroase (*Tortrix viridana, Operophthera brumata, Erannis defoliaria, Cnethocampa processionea).*

Pentru principalele specii defoliatoare din țara noastră *(Lepidoptera*), care, în general, sunt monovoltine, gradația se desfăşoară în circa 7 ani; uneori poate fi prelungită până la 10 ani, datorită unor condiții favorabile (secetă mai mulți ani) sau poate fi redusă prin măsuri de combatere integrată, care micşorează amplitudinea gradației şi a pagubelor.

Gradația prezintă anumite caracteristici ce sunt utilizate pentru descrierea evoluției ei. Acestea sunt: densitatea populației, fecunditatea, raportul sexelor, mortalitatea naturală şi aspectul exterior.

Densitatea populației este numărul mediu de indivizi existenți pe un arbore sau pe unitate de suprafață. În progradație densitatea creşte continuu (cu

excepția ultimului an al erupției) până la un nivel maxim, în retrogradație scade brusc până la numărul generației de fier, caracteristic stării de latență. Densitatea maximă a insectelor, în faza de erupție, depăşeşte numărul critic exprimat prin numărul de indivizi (pe un arbore, organ al acestuia, pe unitatea de suprafață) capabil să producă o dăunare totală. În funcție de densitatea insectelor se stabileşte prognoza atacului din anul următor; serveşte la determinarea procentului probabil de defoliere (Pd), după următoare formulă:

Coeficientul de înmulțire a gradației reprezintă valoarea raportului dintre densitatea populației actuale şi densitatea generației anterioare, adică densitatea dăunătorului între două generații consecutive: în progradație valoarea coeficientului de înmulțire este supraunitară, în retrogradație, respectiv, subunitară.

Coeficientul de creştere a gradației reprezintă raportul dintre densitatea populației într-un an al gradației şi cea din anul anterior începutului înmulțirii în masă; indică de câte ori a crescut populația față de numărul generației de fier. Valoarea absolută a densității populației din anul anterior începerii gradației este foarte mică, de aceea foarte greu de determinat. Pentru dăunătorii forestieri încă nu se cunoaşte exact limita dintre densitatea populației în perioada de latență şi cea din perioada de gradație (la *Lymantria monacha* numărul generației de fier este de un fluture la 5 arbori).

Fecunditatea reprezintă numărul de ouă viabile depuse de o femelă. Stabilirea acestui parametru biologic are o mare importanță pentru prognoză, deoarece viteza de înmulțire a populației de insecte şi, respectiv, volumul dăunărilor depinde de numărul de ouă depus de o femelă. Fecunditatea este specifică fiecărui dăunător, dar variază în timpul gradației astfel: maximă la începutul gradației şi scade la valori mici la sfârşitul acesteia.

Fecunditatea se determină direct, prin numărarea ouălor la insectele la care femelele depun ouăle într-o singură depunere *(Lymantria dispar, Malacosoma neustria*, în practică, prin cântărirea unui număr de ponte şi compararea valorilor cu numerele critice din tabele) şi indirect, de cele mai multe ori, în funcție de greutatea medie a pupelor (se cântăresc 100 de pupe femele, greutatea medie se compară cu datele existente în instrucțiuni; *Tortrix viridana, Lymantria monacha*).

Raportul dintre sexe este raportul dintre numărul femelelor şi cel al masculilor dintr-o populaţie de insecte. Între gradaţii, numărul femelelor este aproape egal cu cel al masculilor; în fazele incipientă şi de creştere numerică, raportul este supraunitar, în erupţie devine egal, iar în criză este subunitar. Se poate exprima şi sub formă de *indice sexual* , care este raportul dintre numărul femelelor şi numărul total de insecte (femele şi masculi).

Activitatea duşmanilor naturali (insecte entomofage parazitoide şi prădătoare, vertebrate insectivore şi microorganisme entomopatogene), se evidenţiază în anul al doilea al fazei de creştere numerică; entomofagii intră în gradaţie cu un decalaj de 2-3 ani faţă de insectele dăunătoare. Duşmanii naturali produc o mortalitate naturală în toate stadiile dăunătorului (ou, larvă, pupă şi adult), ea este mică în primele două faze ale gradaţiei, creşte în erupţie şi atinge valori maxime în faza de criză.

Aspectul exterior se referă la mărimea femelelor (pupe sau adulţi) care dau indicaţii asupra fecundităţii, şi la colorit, care la începutul gradaţiei este mai închis, datorită unui metabolism mai activ.

2.3. Depistarea şi prognoza insectelor dăunătoare

Depistarea dăunătorilor este operaţiunea prin care se descoperă şi se semnalizează apariţia şi prezenţa dăunătorului, a suprafeţei infestate pe diferite grade de intensitate. Acţiunea de depistare este o sarcină a întregului personal silvic de teren, care are obligaţia să observe cu atenţie arboretele, plantaţiile, pepinierele, cu ocazia patrulărilor în pădure sau când se execută diferite lucrări: operaţiuni culturale, lucrări de igienizare, de punere în valoare a masei lemnoase.

Depistarea dăunătorilor se face după urmele pe care le lasă: excremente, resturi de frunze sau de alte părţi ale arborelui atacat: defolieri ale arborilor, vârfuri uscate la răşinoase, găuri de intrare şi de zbor pe scoarţă, scurgeri de răşină, gale sau prezenţa insectei dăunătoare în diferite stadii: ou, larvă, pupă şi adult.

În stadiul de ou, depistarea se face uşor la insectele care depun ouăle într-o singură pontă (*Lymantria dispar* depune pontele pe trunchiurile arborilor,

acestea fiind acoperite cu perişori gălbui de pe abdomenul femelelor*; Euproctis chrysorrhoea* depune ouăle pe dosul frunzelor, iar *Malacosoma neustria* sub formă de inele sau sub formă de plăci la *Cnethocampa processionea*, ouăle sunt lipite printr-o secreţie cenuşie; la *Leucoma salicis,* ouăle sunt incluse într-o secreţie albicioasă şi în câteva depuneri).

În stadiul de larvă (omizi) depistarea se poate realiza prin inelarea trunchiurilor cu clei, în care se pot prinde, omizile care se deplasează de la un arbore la altul, sau prin cartoane (50/50 cm) unse cu clei şi care se aşează sub coroana arborilor, unde se prind omizi, excremente etc. Se face şi după caracteristicile fiecărei specii, astfel: la *Lymantria dispar* după „oglinzile de omizi" (după ecloziune larvele stau câteva zile împreună); la *Euproctis chrysorrhoea*, după cuiburile de iernare formate din unirea frunzelor cu fir de mătase; la *Hyphantria cunea* şi *Hyponomeuta* rorella după cuiburile de omizi din coroană, formate din ţesături de fire de mătase, în interiorul cărora se hrănesc larvele; la *Cnethocampa processionea* după cuiburile de la baza trunchiurilor sau la inserţia ramurilor, în care omizile stau retrase ziua (au activitate nocturnă) şi acolo se împupează; la *Tortrix viridana şi Lymantria monacha* omizile din primele vârste, deranjate, se lasă pe un fir de mătase etc.

În stadiul de pupă depistarea se face după specificul dăunătorilor: la multe specii de *Notodondidae - Lepidoptera*, toamna se fac sondaje la sol, deoarece iernează în acest stadiu cu sau fără cocon; la fel la cotari *(Geometridae*); la *Malacosoma neustria* şi la *Tortrix viridana* pupele se găsesc în frunzele răsucite, la prima specie, într-un cocon alb cu o ţesătură laxă.

În stadiul de adult depistarea se face prin atragerea la surse luminoase sau curse feromonale (specii de *Lepidoptera, Coleoptera*); la *Geometridae,* unde femelele au aripi rudimentare sau sunt aptere, depistarea se face prin inelarea cu clei a trunchiurilor (femelele care apar din pupele din sol, urcă pe trunchiuri, apoi pe ramuri pentru depunerea ouălor); prin scuturarea coroanelor şi adunarea gândacilor (*Melolontha melolontha, Lytta vesicatoria, Chrysomelidae*); prin observarea gândacilor pe trunchiuri *(Saperda carcharias, Cerambyx cerdo* etc).

Semnalarea prezenţei dăunătorilor se execută prin completarea unui formular tip, care se înregistrează la ocol şi care este înaintat în termen de maximum de 2 zile, pentru dăunătorii care pot produce pagube mari (*Hylobius*

abietis, defoliatori etc.), sau de 7 zile pentru ceilalți (pentru *Lymantria monacha* în 24 de ore de când s-au depistat ouă sau larve).După semnalarea apariției dăunătorilor, se verifică pe teren în timp de 2-7 zile, cu această ocazie se stabileşte suprafața infestată şi intensitatea infestării, în acelaşi timp conducerea ocolului silvic indică măsurile care trebuie luate de urgență şi se întocmeşte „procesul verbal de verificare a ivirii dăunătorilor".

Pentru întocmirea prognozei prin *cercetarea stațională* se culeg date din teren, necesare determinării caracteristicilor gradației şi a fazei acesteia. În pădurile unde se semnalează focare de dăunători, cercetarea stațională urmăreşte să stabilească numărul de insecte în perioada de latență şi apariția noilor focare.

După scopul lor, *suprafețele de control* sunt de două feluri: unele, care se aleg în arboretele unde există gradații, pentru a urmării evoluția dăunătorilor şi altele, care se aleg în arborete unde nu există gradații, pentru a urmări dăunătorii în stare de latență; ele se amplasează în mod obligatoriu în focarele primare. O suprafață de control poate servi pentru observarea şi culegerea datelor pentru mai mulți dăunători.

În amplasarea şi alegerea suprafețelor de control trebuie respectate următoarele indicații: mărimea să fie de 20/50 m, iar numerotarea şi materializarea pe teren să se facă cât mai vizibil cu vopsea pe arborii marginali şi una este suficientă pentru 10 ha; să fie amplasate cât mai uniform, ținând cont de compoziția arboretului, pe locurile lipsite de subarboret şi la 50 de m distanță de lizieră.

După determinarea gradului probabil de defoliere şi a fazei gradației şi având în vedere valoarea economico-socială a arboretelor infestate, se stabilesc zonele de combatere şi cele de supraveghere, lucru obişnuit pentru pădurile de foioase infestate cu speciile defoliatoare: *Lymantria dispar, Tortrix viridana, Malacosoma neustria, Euproctis chrysorrhoea* şi cu speciile de *Geometridae*.

Prin prognoză se urmăreşte prevederea din timp a apariției dăunătorilor pe o anumită suprafață, aplicându-se la momentul potrivit măsurile optime de combatere, înainte ca dăunătorul să producă atacuri puternice. Prognoza poate fi întocmită pe termen scurt sau pe termen îndelungat .

Prognoza pe termen scurt se întocmeşte toamna, pentru anul următor. În funcție de datele culese se pot stabili măsurile de combatere necesare a fi luate

primăvara. Prognoza mai poate fi curentă şi oportună. Cea curentă se realizează în perioada când se fac pregătirile pentru combatere şi urmăreşte stabilirea necesității şi timpul de aplicare (este necesară deoarece acțiunea unor factori nu poate fi cunoscută dinainte, cum ar fi , influența temperaturilor scăzute asupra dăunătorilor în timpul iernii); se realizează primăvara. Prognoza oportună urmăreşte ca măsurile de combatere să fie realizate astfel încât dăunătorul să fie distrus la timp, fără a produce pagube arboretelor; combaterea trebuie să se efectueze în ultimul an din faza a doua a gradației, atunci când omizile se găsesc în vârstele întâi şi a doua.

Prognoza pe timp îndelungat se face pentru următorii 2-3 ani şi se bazează pe legătura dintre înmulțirile în masă şi condițiile climatice care, în majoritatea cazurilor, le favorizează. În general, anii secetoşi şi cu temperaturi ridicate favorizează apariția gradațiilor.

Pentru speciile care atacă în sol *(Elateridae, Scarabeidae*) elementele de prognoză se culeg prin sondajele la sol, efectuate toamna (10 la un ha pentru pepiniere şi 3 la un ha pe terenurile de împădurit); materialul colectat se separă în larve cu diferite vârste, sau retrase spre împupare, pupe şi adulți, stabilindu-se gradul probabil de defoliere din anul următor şi măsurile care trebuie luate la înființarea pepinierelor sau a împăduririlor.

Capitolul VI

COMBATEREA INTEGRATĂ A INSECTELOR FORESTIERE DĂUNĂTOARE

Din analiza datelor statistice privind fondul forestier din țara noastră (6 milioane ha), pe ultima jumătate de secol, se constată că în medie, pe an, pădurile sunt afectate de dăunători în procent de 16,4% (în ultimii ani,1995-1998,de 27,5%). Aceste creşteri ale suprafețelor se datorează gradațiilor puternice produse de defoliatorii: *Lymantria dispar,Tortrix viridana* şi speciile de *Geometridae (*au participat cu până la 47% din totalul infestării). Dintre factorii dăunători ai pădurilor, cei biotici (80-85%) sunt reprezentați de insecte (75-80%),paraziți vegetali (6%) şi mamifere (1%). Factorii abiotici (15-20%) includ în principal vânturile şi zăpada care rup şi doboară arboretele.

Insectele dăunătoare forestiere reprezintă ponderea cea mai mare între dăunătorii biotici. Astfel, predomină omizile defoliatoare la foioase (60-70%), urmate de dăunătorii de scoarță la răşinoase (17-25%), gândacii defoliatori (8-10%), insectele seminifage, sugătoare şi galicole (1-2%) şi insectele de rădăcină, tulpină şi mugure (sub 1%).

Cu toate că suprafața de pădure afectată de dăunători este relativ însemnată, intensitatea acestora este scăzută, numai pe 13-18% din suprafață atacul este mijlociu, şi, pe respectiv 8-12%, foarte puternic. Lucrările de protecție necesare se execută anual pe o suprafață de 4-6% din fondul forestier, pe mai mult de jumătate din acesta cu caracter preventiv.

Întrucât pădurile sunt biocenoze foarte stabile cu lanțuri trofice complexe, formate pe durate lungi de timp şi care prezintă însuşiri de autoreglare naturală, intervențiile umane la apariția unor gradații trebuie să se facă cu mult discernământ, pe principiile combaterii integrate. Prin combaterea integrată se înțelege îmbinarea măsurilor silviculturale cu cele biotehnice, biologice şi chimice, aşa încât poluarea mediului şi prejudiciile aduse pădurii să fie cât mai reduse (fig. 41). În conceptul combaterii integrate, pentru stabilitatea echilibrelor trofice în arborete, trebuie utilizate toate măsurile şi metodele care să mențină speciile dăunătoare în stare de latență. Aceste măsuri sunt preventive şi curative, celor din urmă aparțin metodele mecanice, chimice şi biologice de combatere. În funcție de aceasta se elaborează scheme de combatere integrată pe grupe de dăunători şi formațiuni forestiere (tipuri de pădure reprezentativă), având în vedere gradul de expunere la atacuri şi, totodată, indicarea de măsuri de protecție propriu-zise.

1. Măsuri preventive

Măsurile preventive sau profilactice au scopul de a preîntâmpina apariția şi înmulțirea în masă a dăunătorilor forestieri, de a asigura condiții bune de vegetație arboretelor şi culturilor forestiere pentru a deveni mai rezistente la atacul dăunătorilor. Aceste măsuri sunt variate şi cuprind o gamă largă de lucrări, care se iau de la înființarea arboretelor şi până la exploatarea lor. În această categorie se includ: controlul fitosanitar, măsuri de igienă fitosanitară, măsuri de utilizarea soiurilor rezistente, măsuri de carantină fitosanitară şi măsuri silviculturale de ocrotire a organismelor folositoare.

Controlul fitosanitar este o sarcină permanentă şi se face în toate arboretele şi culturile forestiere pentru a semnala factorii dăunători şi daunele produse de aceştia.

Măsuri de igienă fitosanitară se aplică la lucrările de refacere a pădurilor, la cele de punere în valoare şi la cele de exploatare.

Măsurile de igienă fitosanitară la lucrările de refacere a pădurilor cuprind:

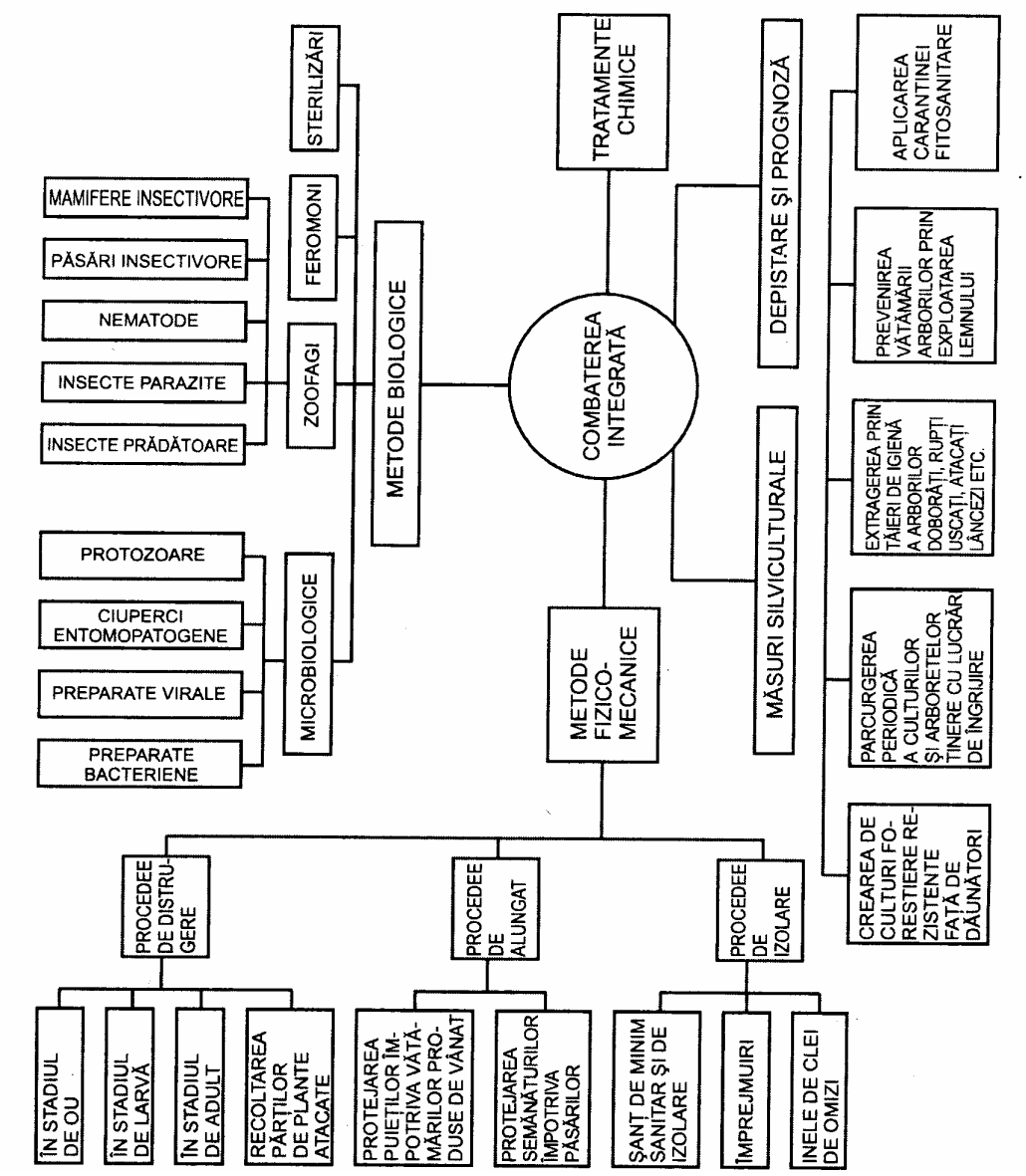


Fig. 41. Schemă de combatere integrată a dăunătorilor forestieri.
(după A. Simionescu)

-rezervaţiile de seminţe, recoltarea şi depozitarea seminţelor ;de calitatea seminţelor depinde obţinerea unor arborete sănătoase, rezistente la atacul dăunătorilor; seminţele se colectează din rezervaţiile de seminţe, cu seminceri sănătoşi, de vârstă mijlocie, viguroşi, unde permanent se aplică măsuri de igienă care constau din extragerea arborilor uscaţi. La recoltare se evită rănirea arborilor, seminţele se selecţionează şi dezinsectizează înainte de a fi depozitate;

-*lucrările din pepiniere*. Încă de la înfiinţare se evită depresiunile (aşa-zisele „găuri de ger” pe văile reci) dar şi terenurile ridicate, expuse vânturilor; înainte de plantare se controlează fitosanitar solul, pentru depistarea dăunătorilor, ulterior culturilor din pepiniere li se aplică la timp lucrările de îngrijire;

-*lucrările de împădurire*. Înainte de plantare sau semănare trebuie să se controleze fitosanitar solul; speciile utilizate să corespundă condiţiilor staţionale; să se realizeze arborete amestecate care sunt mai rezistente la acţiunea dăunătoare a factorilor biotici şi abiotici; să conţină arbuşti care fructifică şi constituie hrană pentru păsări şi strat erbaceu pentru hrana viespilor parazite; după crearea plantaţiilor să se aplice lucrări de îngrijire.

Măsuri de igienă fitosanitară la lucrările de punere în valoare. Toate aceste măsuri se aplică cu ocazia curăţirilor, a răririlor şi tăierilor de extragere a produselor principale şi accidentale, cu scopul de a forma şi menţine arborete sănătoase şi rezistente. La extrageri se va asigura un procent cât mai mare de regenerare naturală. La constituirea suprafeţei periodice în rând, se are în vederea trecerea la prima urgenţă a arboretelor incendiate, cu vegetaţie lâncedă, a celor cu fenomene de uscare în masă; punerea în valoare a doborâturilor trebuie terminată în 30 de zile de la producere.

Măsuri de igienă la lucrările de exploatare a pădurilor constau în evitarea rănirii semiţişului natural şi a arborilor în picioare, evitarea tăierilor rase sau aplicarea pe suprafeţe mici (până la 3 ha la molidişuri şi până la 5 ha în plantaţiile de plopi euroamericani şi de salcie selecţionată); la răşinoase se recomandă cojirea arborilor imediat după doborâre, precum şi a cioatelor, strângerea şi valorificarea resturilor de exploatare.

Măsurile de carantină fitosanitară sunt luate pentru a împiedica pătrunderea unor dăunători periculoşi din exteriorul ţării (carantină externă), sau răspândirea celor care se găsesc în interiorul ţării (carantină internă). La răspândirea lor contribuie în mod special omul, prin schimburile comerciale de produse vegetale; aşa s-au introdus din America în Europa, *Hyphantria cunea, Leptinotarsa decemlineata*, dar şi din Europa în America, *Lymantria dispar*. Deoarece dăunătorii au pătruns în noile zone, fără speciile entomofage, s-au produs înmulţiri în masă severe şi cu pagube importante. În acest scop *Inspecţia*

de Stat pentru Carantină Fitosanitară împiedică răspândirea acestor dăunători prin măsuri de carantină externă (prin laboratoarele existente la punctele de graniță unde se analizează materialul vegetal) şi de carantină internă (pentru pepiniere se eliberează un certificat fitosanitar valabil un an de zile etc). Poliția fitosanitară, pe baza unor liste de insecte dăunătoare de carantină, verifică întregul material vegetal de import, tranzit sau export iar, în cazul când prezintă infestări, este distrus în totalitate.

Măsuri pentru ocrotirea organismelor folositoare. Este bine cunoscut rolul important al entomofagilor, al microorganismelor entomopatogene, al păsărilor şi mamiferelor, în reglarea populațiilor de insecte dăunătoare. Pentru păstrarea echilibrelor în cadrul biocenozelor forestiere prin măsuri silviculturale, trebuie să se asigure protecția faunei utile. În vederea înmulțirii viespilor parazite, menținerea unui strat erbaceu, a arbuştilor cu flori, asigură hrănirea în stadiul de adult cu polen şi nectar; muşuroaiele cu furnici (ca specii prădătoare importante) se îngrijesc prin îngrădirea cu plase de sârmă; pentru ocrotirea păsărilor insectivore se instalează cuiburi artificiale, plantarea de arbuşti cu fructificații care asigură hrana în timpul iernii şi amenajarea de scăldători. O măsură importantă este interzicerea păşunatului în culturile forestiere şi arborete. Protejarea entomofagilor se poate face şi prin aplicarea timpurie a tratamentelor chimice, când omizile sunt în primele două vârste, iar cele mai multe insecte folositoare nu au apărut din locurile de iernare.

Măsuri de utilizare a soiurilor rezistente la dăunători. Din punct de vedere practic, rezistența este capacitatea unui soi de a da o producție bună şi de calitate față de soiurile obişnuite, supuse la un atac de aceeaşi intensitate, provocat de dăunători. Rezistența se datorează unor mecanisme reale, care influențează în mod negativ hrănirea şi dezvoltarea insectelor. Ea are la bază trei factori: preferința, antibioza şi toleranța.

Preferința este dată de totalitatea însuşirilor care favorizează sau împiedică utilizarea plantei (a ecotipului) pentru hrănire, depunere de ouă, construire de adăpost etc; găsirea plantei este o reacție a insectelor la diferiți excitanți, stimuli: feromoni vegetali, culori, contactul cu suprafața plantei, intensitatea luminii etc, care compun lanțul de reflexe condiționate ale insectei. Prin modificarea stimulilor diferitelor plante se poate crea o lipsă de preferință a

insectei față de plantă.

Antibioza reprezintă capacitatea plantelor de a inhiba activitatea vitală a insectelor, cum ar fi: reducerea prolificității, a dimensiunilor corpului, a longevității, creşterii mortalității insectelor, în special a larvelor din primele vârste, acumularea de substanțe grase reduse, ceea ce duce la pierea lor în timpul iernii. Cauza principală a mortalității insectelor este atribuită acțiunii unor substanțe specifice, fiziologic active, cu caracter insecticid.

Toleranța este capacitatea plantelor de a suporta un număr relativ mare de dăunători care se hrănesc pe acestea sau capacitatea lor de a suporta atacul fără a suferi o dăunare prea mare şi a se reface după dăunare.

În ultimul deceniu, o mare importanță în combaterea dăunătorilor o are utilizarea *organismelor modificate genetic* (OMG), a plantelor transgenice. Astfel, prin inginerie genetică se transferă gene de interes, purtătoare a unor caractere utile. Rezultatele sunt performante în domeniul agricol, creându-se soiuri de cartof rezistente la gândacul din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*), sau de porumb rezistente atacului sfredelitorului (*Ostrinia nubilalis*). Prin introducerea acestor gene, planta poate produce principii active cu însuşiri insecticide. De exemplu, în locul aplicării de tratamente foliare cu un produs pe bază de *Bacillus thuringiensis*, se introduc gene specifice bacteriei în genomul plantei; plantele modificate genetic vor fi rezistente la aceşti dăunători pe tot parcursul vieții.

Metoda genetică de introducere a genelor de rezistență la dăunători va căpăta o amploare mare în viitor şi va avea un rol important în cadrul combaterii integrate a dăunătorilor forestieri.

2.Metoda mecanică de combatere

Metoda are o pondere limitată în complexul măsurilor de combatere a dăunătorilor, deoarece necesită o forță de muncă mare, este costisitoare şi greu de realizat într-un timp scurt şi pe suprafețe întinse. În general, se aplică pe suprafețe mici, cum ar fi: solarii, răchitării, în plantații şi arborete tinere.

Prin această metodă se distrug insectele dăunătoare în diferite stadii de dezvoltare: ou, larvă şi adult, prin diferite procedee după specificul lor biologic.

Distrugerea în stadiul de ou se practică la insectele care depun ponte mari, vizibile şi uşor de colectat şi distrus. Astfel, *Lymantria dispar* depune majoritatea pontelor pe partea de jos a trunchiului, acoperite cu perişori galbeni de pe abdomenul femelelor, ce se pot colecta uşor; la fel în arboretele tinere, pepiniere, se pot colecta inele de ouă de *Malacosoma neustria* sau plăcile cu ouă de *Cnethocampa processionea*.

Distrugerea în stadiul de larvă se aplică astfel: la omizile gregare prin strivirea lor pe „oglinzi" (*Lymantria dispar, L. monacha*), prin tăierea şi arderea cuiburilor cu omizi retrase la iernare *(Euproctis chrysorrhoea, Aporia crataegi*) sau a cuiburilor în care se hrănesc *(Hyphantria cunea, Hyponomeuta rorella*); pentru larvele care circulă de la un arbore la altul pentru hrănire, cu inele de clei aplicate pe trunchiurile copacilor. La speciile care se hrănesc în sol *(Scarabeidae, Elateridae, Tenebrionidae*), prin lucrările solului, întreţinerea culturilor din pepiniere şi din terenurile de împădurit, larvele se adună şi se distrug. Acestea mai pot fi prinse şi cu ajutorul plantelor nadă (morcov, salată, sfeclă), care se seamănă printre rândurile de puieţi (când se ofilesc se scot împreună cu larvele, care se distrug). La ipidele care trăiesc în scoarţă, larvele se distrug prin cojirea arborilor capcană, apoi sunt expuse cu mâzga (faţa internă) la soare, momentul optim fiind începutul împupării; pentru larvele care trăiesc în ghindă şi conuri, acestea se adună (cad prematur), toamna sau primăvara şi se ard.

Distrugerea stadiului de adult se aplică în pepiniere şi plantaţii tinere pentru gândacii din *Scarabeidae, Chrysomelidae, Meloidae*, prin scuturarea pe prelate, dimineaţa, când aceştia sunt amorţiţi; gândacii de *Hylobius abietis*, se colectează şi se distrug cu ajutorul scoarţelor cursă (confecţionate din scoarţă proaspătă de molid) amplasate între rândurile de puieţi; femelele de *Geometridae (*care sunt aptere sau cu rudimente de aripi), se prind prin inele de clei aplicate pe trunchiuri, toamna, când ies din sol (unde a avut loc împuparea) şi se urcă pe arbori pentru împerechere şi depunere de ouă; multe specii de *Lepidoptera, Coleoptera* se prind noaptea la surse luminoase, sub formă de capcane, deoarece au un fototropism pozitiv. La coropişniţă (*Gryllotalpa*

gryllotalpa), se distrug cuiburile de ouă şi de larve (în acea zonă pământul este mai ridicat) sau se prind adulţii prin capcane formate din grămezi de gunoi de grajd răspândite toamna (sunt atraşi de căldură), apoi se desfac şi împrăştie iarna.

3. Metoda chimică de combatere

În complexul măsurilor de combatere a insectelor dăunătoare, metoda chimică joacă un rol important, fiind cea mai larg utilizată; constituie veriga principală în cadrul combaterii integrate prin eficacitatea ridicată, rapiditatea şi uşurinţa cu care se aplică. Prin folosirea acestei metode se constată şi o serie de dezavantaje: poluează mediul înconjurător, atmosfera, aerul şi apa; produce intoxicaţii la om şi animale; dezechilibrează biocenozele prin distrugerea faunei utile şi duce la apariţia fenomenelor de rezistenţă a dăunătorilor, care va conduce la mărirea numărului de tratamente etc.

Combaterea chimică se bazează pe utilizarea unor produse fitofarmaceutice, numite şi pesticide. Ele se clasifică, după natura organismelor împotriva cărora se utilizează în: insecticide, acaricide, nematocide, moluscocide şi rodonticide.

Insecticidele sunt produse chimice care se folosesc pentru distrugerea insectelor dăunătoare. Fiecare produs insecticid este format din două componente*: substanţa activă* alcătuită din compuşi chimici, anorganici şi organici, toxici pentru insectele dăunătoare şi *substanţe auxiliare,* care ajută la difuzarea substanţei active: diluante lichide sau solide (apă, alcool, hidrocarburi, respectiv talcul, bentonita, caolina), adezive, colorante, mirositoare, care contribuie la condiţionarea, păstrarea şi aplicarea în cele mai bune condiţii.

Metoda chimică a parcurs mai multe etape în funcţie de natura produselor chimice.

Prima generaţie de insecticide a fost constituită din substanţe anorganice, compuşi ai arseniului şi fluorului, cu însuşiri de ingestie. Au avut o perioadă mică de folosire, deoarece sunt foarte toxice pentru plante, om, fauna utilă etc. Unele produse se mai utilizează şi azi în combaterea rozătoarelor (arseniatul de Ca).

A doua generaţie de insecticide le include pe cele organice de sinteză pe bază de clor (*organoclorurate)* şi pe bază de fosfor (*organofosforice).* Aceste insecticide au fost utilizate intens în ultimele 5-6 decenii şi s-a dezvoltat o uriaşă industrie chimică de producere a lor.

La baza produselor organoclorurate a stat descoperirea DDT-lui (diclordifeniltricloretan) în Austria (1874), resintetizat de P. Müller în 1939, care îi pune în evidenţă însuşirile insecticide. Produsul tehnic DDT este un amestec de izomeri, cu o acţiune de contact şi ingestie pe o durată lungă de timp. A fost utilizat cu succes în cel de al doilea război mondial împotriva insectelor transmiţătoare de boli (în 1948 descoperitorului i s-a acordat premiul Nobel); după război a fost utilizat în agricultură, la început pentru combaterea gândacului din Colorado şi dăunătorilor la cultura de bumbac.

Un alt produs organoclorurat a fost HCH-ul (hexaclorciclohexan) căruia, deşi descoperit în 1825, proprietăţile insecticide i s-au pus în evidenţă în 1940. Produsul tehnic este, de asemenea, o combinaţie de izomeri (izomerul gamma are calităţi insecticide). Prezintă o acţiune de şoc asupra insectelor, cu persistenţă şi acumulare mai redusă faţă de DDT. Până în anul 1986 în protecţia pădurilor s-au utilizat pe scară largă produse organoclorurate pe bază de DDT (Detox, Defatox, Omicid), HCH (Heclotox, Lindatox) sau amestecuri ale acestora (Duplitox, Multatin, Cometox, Foretox). În prezent aceste produse sunt interzise în toate ţările mai puţin lindanul folosit limitat în tratarea seminţelor împotriva dăunătorilor.

Eliminarea utilizării acestor produse s-a datorat unor efecte negative, precum: acţiune neselectivă, prin distrugerea în masă a entomofagilor; toxicitate ridicată faţă de om, animale şi albine; remanenţă prelungită şi acumulare în sol, litieră, apă, de la un an la altul; acumulare în alimente şi corpul oamenilor şi animalelor. Aplicate sub formă de pulberi, s-au răspândit în toate ecosistemele de pe glob, descoperindu-se acumulări de reziduuri în grăsimea peştilor, balenelor şi chiar pe calotele polare.

Insecticidele organofosforice au început a fi produse din anul 1934 (Schrader) şi au fost utilizate pe scară largă, după ce s-a constatat efectele negative ale insecticidelor organoclorurate. Majoritatea acestora sunt esteri ai acizilor fosforic, fosfonic, tiofosfonic, ditiofosfonic etc. În combaterea

defoliatorilor forestieri cele mai utilizate sunt: Silvetox 7, Carbetox 37 CE, Onefon-VUR, Sumithion L 100 etc. Acest grup de insecticide prezintă următoarele caracteristici: au un spectru larg de acţiune, distrugând un mare număr de dăunători forestieri; acţiune selectivă scăzută privind entomofagii (asupra lor acţionează prin contact); se descompun rapid în plante şi organismul animal cu formare de produşi slab toxici; toxicitate ridicată faţă de albine şi fauna acvatică; acţiune de şoc puternică, prin contact, ingestie şi asfixie (respiraţie), prin blocarea colinesterazei şi acumularea în organism de acetilcolină, fenomene ce duc la paralizia rapidă şi moartea insectelor; toxicitate faţă de mamifere şi om. Se recomandă a fi utilizate în infestările destul de puternice, care trebuie lichidate în 2-3 zile.

Insecticide de tipul piretroizi de sinteză. În ultimele două decenii s-au descoperit noi insecticide înrudite cu principiul toxic conţinut de unele plante (*Pyretrum cinerariaefolium*, cu însuşiri insecticide cunoscute din secolul al 18-lea). Piretroizii de sinteză reprezintă un grup nou de insecticide, cu acţiune de contact şi ingestie rapidă asupra insectelor, dar cu toxicitate redusă faţă de om, mamifere, peşti, păsări şi entomofagii din pădure. Reziduurile toxice sunt neînsemnate, datorită descompunerii lor rapide în sol, sub acţiunea microorganismelor. Biodegradabile, nu se acumulează în sol sau în produse alimentare. Se folosesc pe scară largă, deşi s-a constatat apariţia fenomenului de rezistenţă la populaţiile de dăunători în urma folosirii repetate a aceluiaşi produs (de exemplu insecticidul Decis a produs rezistenţa omizilor de *Lymantria dispar* şi a dăunătorilor la răchită). În combaterea defoliatorilor la foioase se recomandă insecticidele: Decis ULV, Karate 0,8 ULV, Sumi-alpha 0,5 ULV etc.

Insecticidele carbamice sunt pe bază de esteri ai acidului carbonic, toxice puternice ale sistemului nervos, unele fiind sistemice. Unele sunt mai puţin toxice decât grupul de insecticide organofosforice. Din această grupă menţionăm insecticidele: Carbaryl, Dimeton, Mensurol, Capturon. Multe produse sunt utilizate pentru tratarea seminţelor împotriva dăunătorilor de sol sau sunt aplicate sub formă de granule încorporate în sol; se pot enumera insecticidele: Carbofuran, Furadan, Promet. Unele din aceste insecticide se găsesc în grupele I şi a II-a de toxicitate şi vor fi eliminate, deoarece sunt foarte toxice pentru mediul înconjurător.

Insecticidele de tipul regulatori de creştere a insectelor acţionează asupra acestora prin împiedicarea formării chitinei în cuticulă, blocându-se astfel năpârlirea. Prin aplicarea produselor pe cale foliară, acestea acţionează prin ingestie şi omizile rămân blocate în vechiul înveliş larvar sau apar tulburări la pupe şi adulţi. În păduri se foloseşte insecticidul Dimilin SC-48 (diflubenzuron) împotriva omizilor defoliatoare. Alte produse sunt Nomolt 15 SC, Rimon etc. Mai sunt produse în curs de omologare care controlează năpârlirea prematură la omizi şi inhibă metamorfoza (Nimic-240 LV-tebufenozide).

După gradul de toxicitate, pesticidele se împart în 4 grupe în funcţie de doza letală 50% (DL 50), oral acută a substanţei active. Prin DL 50 se înţelege doza unică de substanţă activă (s.a.) exprimată în mg /kg corp care administrată oral la şobolanii albi supuşi în prealabil la un post de 24 de ore, provoacă moartea la 50% din lot, în cursul observaţiei de 14 zile. Grupele de toxicitate sunt:

Grupa I: produse extrem de toxice (DL 50, până la 50 mg/kg corp);

Grupa a II-a: produse puternic toxice (DL 50, între 50-200 mg/kg corp);

Grupa a III-a: moderat toxice (DL 50, între 200-1000 mg/kg corp);

Grupa a IV-a: produse cu toxicitate redusă (DL peste 1000 mg/kg corp).

După modul de acţiune, insecticidele sunt: de ingestie, de contact, de respiraţie (asfixiante), sistemice şi repelente.

Prin *ingestie* acţionează asupra organismului după ce au pătruns odată cu hrana şi afectează sistemul nervos şi respirator prin provocarea de paralizii şi blocarea schimbului de gaze. Insecticidele cu acţiune *de contact*, pătrund în organism prin tegument şi acţionează asupra insectelor în toate stadiile (ou, larvă, pupă şi adult); cele *de respiraţie* pătrund în corp prin căile respiratorii (se utilizează în spatii închise-depozite, sere), din această categorie fac parte: bioxidul de sulf, sulfura de carbon, cloropicrina, acidul cianhidric).

Prin însuşirea sistemică insecticidele pătrund în plantă prin rădăcină, tulpină şi frunze, fiind translocate prin circuitul sevei în toată planta. Se pot folosi cu succes împotriva insectelor ascunse sub carapace ceroasă (păduchii ţestoşi - insecte sugătoare), a celor miniere, xilofage etc. Unele produse au *caracter repelent* (repulsive), alungă insectele (naftalina). Se pot aplica şi sub formă de momeli toxice formate dintr-un produs vegetal atractiv şi unul toxic

incorporat (pe bază de arsen, fosfor, împotriva coropişniţelor, viermilor sârmă etc).

Formularea insecticidelor este procedeul prin care substanţa activă este adusă într-o formă convenabilă de aplicare şi din acest punct de vedere avem următoarele tipuri:

-*pulberi de prăfuit* (PP) care se aplică ca atare, nediluate, fiind uşor de folosit. În prezent fabricarea şi utilizarea lor este interzisă, datorită caracterului poluant, pulberile fiind transportate de vânt la distanţe mari;

-*pulberi umectabile* (PU) sunt pulberi fine, se dispersează cu uşurinţă în apă, realizând o suspensie fină care se menţine un timp suficient pentru a permite aplicarea tratamentelor;

-*soluţiile concentrate sau concentrate solubile* (CS) constau în solubilizarea substanţei active într-un solvent miscibil cu apa, încât produsul final să se aplice sub formă de soluţii; sunt spălate uşor de pe plante şi, de aceea, se mai adaugă soluţii adezive (melasă, aracet); sunt soluţii limpezi, transparente în care produsul toxic s-a dizolvat complet;

-*concentratele emulsionabile* (CE), sunt soluţii concentrate de substanţe active care în contact cu apa formează suspensii; suspensiile obişnuite sunt tulburi, particulele preparatului se văd uşor cu lupa, puţin stabile, au tendinţa de a se depune;

-*granule* (G) se obţin prin impregnarea uniformă a unor granule cu diametrul de 0,4-0,8 mm, dintr-un material foarte absorbant (caolina), cu substanţa activă (de obicei cu caracter sistemic) dizolvată într-un solvent; după aplicarea tratamentului, substanţa activă este eliberată treptat din granule şi absorbită de plante; granulele pot fi solubile în apă (GS) sau dispersabile (GD);

-*microcapsule*, specificul lor constă în introducerea substanţei active într-o microcapsulă de celuloză sau de masă plastică care se aplică apoi ca pulbere umectabilă (PU) sau concentrat emulsionabil (CE); substanţa activă este eliberată treptat pe suprafaţa organelor tratate.

Cantitatea de insecticid raportată la unitatea de suprafaţă (ha) se numeşte *doza de utilizare,* care poate fi exprimată în cantitatea de substanţă activă (s.a.) la hectar, produs comercial la hectar sau concentraţie la % în tratamentul livezilor, arboretelor etc.

Aplicarea tratamentelor cu insecticide se realizează prin mai multe procedee: prăfuiri, încorporare în sol, stropiri, gazări şi momeli toxice.

Prăfuirile utilizează insecticidele condiționate sub formă de pulberi. Practic această aplicare este interzisă în țara noastră, deoarece eficacitatea este redusă, utilizează mari cantități de insecticid, împrăştiate de vânt şi poluează ecosistemele, au remanență şi adezivitate redusă. Metoda s-a folosit în special când organocloruratele erau condiționate sub formă de pulberi.

Încorporarea în sol se realizează la insecticidele condiționate sub formă de granule, se folosesc împotriva viermilor albi şi a viermilor sârmoşi; după ce sunt împrăştiate pe sol se încorporează prin arătură sau discuire pe terenurile infestate, unde se înființează pepiniere sau plantații.

Stropirile sunt tratamente lichide (sub formă de soluții sau suspensii), care folosesc cantități mai mici de substanță activă; răspândesc mai bine insecticidele şi aderă mai bine pe plante. În funcție de mărimea picăturilor, stropirile se clasifică în: *grosiere* (majoritatea picăturilor peste 150μ*); fine* (în jur de 100μ); *ultrafine* (50 -100μ) şi *ceață* (aerosoli) (cu 30 - 50μ). Cu cât cantitatea la hectar este mai mică, cu atât picăturile trebuie să fie mai fine să acopere suprafața arborilor. În acest scop se utilizează avioane şi elicoptere echipate cu aparatură specială. Stropirile obişnuite utilizează o normă de consum de 600-800 l/ha, deoarece folosesc o cantitate mare de apă se aplică pe suprafețe limitate, cum ar fi pepiniere, unele plantații; se pot efectua şi stropiri cu *volum redus* (VR) care utilizează 15-100 l/ha sau *volum ultra redus* (VUR), respectiv 3-8 l/ha.

Ceața toxică, sau *aerosoli,* este o stropire în care preparatul dispersat într-un solvent organic, nu necesită diluare şi se aplică cu o aparatură specială.

Timpul optim pentru stropire este alcătuit din perioadele calme, fără vânt (la stropirile obişnuite să nu depăşească 5 m/s, la cele fine şi ultrafine, 3 m/s), pentru o dispersie cât mai uniformă şi pe toată coroana arborilor.

Gazări (fumigări). Se produc prin răspândirea în aerul unor spații închise (sere, depozite de semințe), a unor substanțe toxice în stare de gaz sau de vapori, care afectează sistemul respirator al insectelor. La arborii valoroşi, în parcuri, se pot injecta galeriile unor dăunători xilofagi.

Momelile toxice sunt utilizate împotriva rozătoarelor şi insectelor de sol (coropişnița).

4.Metoda biologică de combatere

În ultimele decenii metoda biologică prezintă o pondere din ce în ce mai mare, atât în ce priveşte conceptul combaterii integrate, cât şi aplicarea ei în practică pentru limitarea înmulțirii dăunătorilor. Pe plan mondial cercetările au condus la crearea unor baze ştiințifice pentru combaterea biologică; astfel, se produc pe scară industrială biopreparate cu grad ridicat de patogenitate şi netoxice pentru entomofauna folositoare, pentru om şi animale; biofabrici în care se înmulțesc prădători şi paraziți, fiind apoi lansați în biocenoze; s-au cercetat entomofauna utilă pentru combaterea dăunătorilor şi măsurile de protejare a ei etc. În general, metoda biologică este mai costisitoare, dar ea acționează pe timp îndelungat, având ca rezultat păstrarea unor ecosisteme echilibrate şi nepoluate.

Metoda biologică utilizează organisme care se constituie în duşmanii naturali ai insectelor, microorganisme entomopatogene, entomofagi, la care se adaugă utilizarea feromonilor şi metoda autocidă.

4.1.Folosirea microorganismelor entomopatogene

Microorganismele entomopatogene sunt utilizate în preparate biologice şi au ca principii active, unele virusuri, bacterii, ciuperci şi protozoare.

4.1.1. Virusurile

Sunt organisme infecțioase acelulare care se înmulțesc în țesuturile vii (paraziți obligați intracelulari), nu pot fi cultivate pe medii naturale. Se cunosc peste 250 de specii de virusuri entomopatogene, cele mai multe localizate în nucleul celulelor care produc la insecte*: poliedroze*, care formează în corpul insectei incluziuni poliedrice de natură proteică şi *granuloze*, în care incluziunile proteice au formă ovală.

Poliedrozele pot fi nucleare (VPN) - produse de specii de *Borrelinavirus* şi citoplasmatice (VPC) – produse de *Smithiavirus*. Cele mai răspândite sunt poliedrozele nucleare, la peste 100 specii de insecte, majoritatea *Lepidoptera*, dar şi la unele specii de *Hymenoptera, Coleoptera* şi *Diptera*. Boala se manifestă în scurt timp de la infecție prin încetarea hrănirii, pierderea turgescenței

corpului, mărirea nucleilor celulari (se formează poliedri). Omida moare într-o poziție caracteristică, în formă de V răsturnat, cu capul în jos şi fixată cu picioarele abdominale mijlocii; corpul este plin cu un lichid tulbure (conține numeroşi poliedri), obținut prin distrugerea țesuturilor, prin ruperea tegumentului, se scurg şi prezintă un miros neplăcut. Omizile de *Lymantria monacha* au tendința de a se urca în vârf („boala vârfuirii"), boală provocată de virusul *Borrelina efficiens*, după o perioadă de incubație de 13-15 zile; este boala virotică cea mai importantă în Europa. Alte exemple de poliedroze nucleare: *Borrelina reprimans* la omizile de *Lymantria dispar, B.euproctis* la cele de *Euproctis chrysorrhoea* etc. La omizile defoliatoare *(Lymantria dispar, L. monacha*, *Operophthera brumata* etc.) au fost găsite poliedroze citoplasmatice.

Granulozele (VG) sunt produse de speciile *Bergoldia* (de exemplu *B. calypta*), ce produce viroze la omizile de *Hyphantria cunea* şi *Cacoecia murinana*.

Aplicarea tratamentelor virale se realizează prin introducerea virusurilor, în focare izolate, prin tratarea depunerilor de ouă sau aplicarea tratamentelor prin stropiri fine. În prezent, în țara noastră s-au elaborat tehnologii de utilizare a poliedrozelor nucleare în combaterea insectei *Lymantria dispar*. Acest virus produce epizootii în fazele de erupție şi criză, omizile virozate se retrag la baza tulpinii şi se colectează uşor pentru fabricarea biopreparatului. Omizile cu viroze (VPN) sunt recoltate din salcâmete sau arboretele de plop şi salcie, în vederea preparării unei pudre prin macerare sau atomizare.

În natură, răspândirea virozelor este favorizată de vânt, precipitații şi insecte entomofage.

4.1.2. Bacteriile

Bacteriile sunt microorganisme unicelulare cu hrănire heterotrofă, saprofitică sau parazitică. Majoritatea speciilor entomopatogene cresc uşor şi se dezvoltă pe medii artificiale, ceea ce a permis producerea biopreparatelor pe cale industrială. Bolile bacteriene încep prin invadarea hemocelului în care bacteriile pătrund din intestin sau prin răni exterioare, apoi se multiplică în masă şi produc septicemie. Unele bacterii, odată cu sporularea, produc cristale proteice, care

acționează ca un insecticid de ingestie puternic, producând paralizia şi străpungerea intestinului. Cristalele proteice se dizolvă în mediul alcalin, iar intestinul cu acelaşi PH, favorizează acest proces. Se cunosc peste 90 de specii entomopatogene care acționează asupra insectelor prin produsele toxice ale activității lor metabolice.

Dintre bacteriile cristalogene fac parte numeroasele tulpini ale speciei *Bacillus thuringiensis*. Izolat pentru prima dată în 1902 (Japonia) din larve de *Bombyx mori,* prin utilizarea lui în practică, a devenit cel mai important agent microbian de combatere a insectelor din silvicultură.

În prezent se utilizează biopreparatele de *B.thuringiensis*, varietatea *Kurstaki* împotriva defoliatorilor (cei cu sensibilitate ridicată sunt: *Tortrix viridana, Malacosoma neustria, cotarii, Hyphantria cunea, Leucoma salicis* etc). Biopreparatul acționează după consumarea frunzelor tratate, acesta aplicându-se când majoritatea larvelor sunt în vârsta a doua. După ingerare, acțiunea patogenă se manifestă prin: încetarea hrănirii, paralizie, eliminarea unui lichid prin orificiile anal şi bucal şi moartea insectelor, după care corpul se brunifică şi miroase neplăcut. Biopreparatele sunt pulberi muiabile care se aplică sub formă de stropiri fine şi ultrafine; moartea insectelor are loc după sporularea şi ingerarea cristalelor proteice (acțiune prin ingestie), în 3-5 zile. Preparatele folosite în țara noastră sunt: Dipel 8 L, Foray 48 B, Ecotech-Pro, Bactospeine-PM etc; sunt selective, nu acționează asupra faunei utile şi stabilității biocenozelor forestiere. Mai sunt utilizate şi tulpinile speciilor: *Bacillus popilliae* şi *B. sphericus*.

Din categoria bacteriilor nesporogene, *Serratia marcescens* provoacă bacterioza roşie (insectele moarte se colorează în roşu), la multe specii dăunătoare ca: *Lymantria dispar, Hyponomeuta, Neodiprion sertifer, Saperda carcharias* şi larve de *Scarabeidae.*

4.1.3. Ciupercile

Au fost primele organisme găsite ca producătoare de boli la insecte. Sunt plante inferioare lipsite de clorofilă.

Prima semnalare a fost făcută în 1835, de A. Bassi, care menționează îmbolnăvirea viermilor de mătase de ciuperca *Beuveria bassiana*. Se cunosc

peste 500 de specii entomopatogene care produc epizootii naturale şi menţin echilibrul în cadrul biocenozelor forestiere. Ciupercile infectează, în principal, prin tegument sau diferite orificii ale corpului (stigme), prin hrănire, fiind favorizate de căldură şi umiditate. Decesul gazdelor se produce după 5-14 zile de la infectare. După moartea gazdelor, miceliul se dezvoltă puternic, umple cavitatea generală, apoi iese afară prin cuticulă, acoperă întreg corpul şi fructifică, cu diferite colorații în funcție de specie; la început corpul insectei este moale, apoi devine dur şi mumificat.

Miceliul ciupercilor pătrunde prin tegument datorită unor acțiuni chimico-mecanice; astfel, miceliul împinge țesuturile pentru a-şi face loc, în acelaşi timp, enzimele secretate degradează cuticula şi permite înaintarea acestuia spre cavitatea generală. Insectele infestate devin agitate, au mişcări necoordonate şi cu tendința de a migra spre locurile înalte, iar cele subterane, de a ieşi la suprafața solului; la infecția prin cuticulă se observă pete galbene sau castanii, care se întind pe corp.

Răspândirea sporilor ciupercilor se face cu ajutorul vântului şi al apei; ciupercile distrug țesuturile insectei şi astupă traheele, fapt ce duce la asfixie.

Ciupercile entomopatogene fac parte din clasa *Phytomicetes* şi din grupa *Deuteromycetes* (fungi imperfecți). Din prima categorie, din *familia Entomophthoraceae*, genul *Entomophthora* prezintă multe specii: *E. alicae* pe *Euproctis chrysorrhoea, E. megalosperma* pe *Malacosoma neustria* şi *E. spherosperma* cu spectru larg de acțiune. La *Malacosoma neustria* s-au constat epizootii naturale, în fazele de criză şi erupție, omizile infestate grupându-se pe tulpinile arborilor, până la o înălțime de 3 m, fiind uşor de colectat pentru obținerea de biopreparate micotice.

Ciupercile entomopatogene imperfecte produc boli numite muscardinoze. Cea mai importantă este ciuperca *Beuveria bassiana* care produce muscardina albă, în care corpul gazdei este umplut cu un miceliu alb; polifagă îmbolnăveşte peste 100 de specii de insecte (multe specii de *Lepidoptera, Coleoptera-Curculionidae, Cerambycidae, Ipidae*); *Metarrhizium anisopliae* produce muscardina verde larvelor de *Scarabeidae*, iar, *M. flavoviride* larvelor de *Otiorrhynchus.*

Există şi alte genuri de ciuperci care produc îmbolnăviri ale insectelor

(Alternaria, *Fusarium, Spicaria, Cephalosporium, Cladosporium, Trichothecium*).

Dintre biopreparatele puse la dispoziția silvicultorilor se pot enumera: preparatul românesc Muscardin, din SUA, Beuveria spores, ambele pe baza ciupercii *Beuveria bassiana* şi Boverin produs în Rusia pe baza ciupercii *B. densa.*

4.1.4. Protozoarele

Protozoarele sunt organisme care parazitează insectele; un rol important îl joacă microsporidiile, care sunt paraziți endocelulari. Infecția se produce prin intermediul insectelor entomofage parazitoide sau prin ingerarea sporilor de către larvele gazdă; la unele *Lepidoptera* se transmite de la o generație la alta, prin intermediul ouălor depuse de femelele infectate.

Protozoarele au un spectru larg de acțiune, în anumite cazuri pot provoca infecții şi la vertebrate; au o acțiune lentă asupra gazdei (de la câteva zile, până la câteva luni) şi au o mare perspectivă pentru a fi utilizate în procesul de reglare a populațiilor dăunătoare. Până în prezent nu s-au realizat biopreparate deoarece au un ciclu biologic scurt, cuprins între 3-9 zile. Se cunosc peste 200 de specii de protozoare care afectează, în special, larvele de *Lepidoptera.*

Pentru combaterea viermilor albi din sol, s-a utilizat microsporidia *Nosema melolonthe* care a produs epizootii cu o infecție a populației de 50%; alte specii, *Nosema lymantriae* şi *N. tortricis*, atacă speciile de *Lymantria* şi respectiv de *Tortricidae. Nosema typographi*, parazitează insecta *Ips typographus*, dar şi multe specii de *Lepidoptera.*

O caracteristică generală a microorganismelor entomopatogene este că nocivitatea lor este condiționată de starea fiziologică precară a insectelor-gazdă, produc îmbolnăviri la populații slăbite, aşa cum sunt omizile defoliatoare în fazele de erupție şi criză.

4.2. Zoofagii

Sunt organisme animale care trăiesc pe seama speciilor de insecte dăunătoare fitofage. Zoofagii prezintă două componente principale: *parazitoizii*, insecte care, de obicei, trăiesc în corpul gazdei, deci sunt de talie mai mică decât

acestea şi *prădătoare*, care se hrănesc cu prada; în general, sunt de dimensiuni mai mari.

Zoofagii fac parte din grupe sistematice diferite, după cum urmează: nematode, artropode (acarieni, insecte), dintre nevertebrate, şi reptile, păsări şi mamifere dintre vertebrate.

Organismele parazitoide şi prădătoare constituie fauna utilă din biocenoze cu rol în reglarea populațiilor dăunătoare de insecte.

4.2.1. Nematodele

Sunt viermi cilindrici, cu corpul segmentat, în general ca paraziți ai insectelor. Parazitarea se petrece prin penetrarea nematozilor prin cuticula insectelor, unde se înmulțesc şi produc moartea insectei sau sterilitatea prin atrofierea organelor de reproducere. S-au elaborat rețete pentru înmulțirea nematozilor pe medii artificiale, astfel încât se pot produce nematozi pe cale industrială, utilizați în combaterea insectelor dăunătoare, în special din *Lepidoptera.* Parazitarea este mai mare în locurile unde umiditatea este mai ridicată.

Fig. 42. Mermitid părăsind corpul parazitat al gândacului din Colorado (după Perju).

Din familia *Mermithidae*, speciile *Mermis albicans* şi *Megalomermis melolonthae* parazitează larvele de *Scarabeidae, Complexomermis elegans* parazitează omizi de *Lymantria dispar* şi de *Operophthera brumata*. Nematozii din genul *Delademus* se folosesc în combaterea femelelor de *Sirex*.

La gândacul din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*), în condiții favorabile de umiditate a solului, parazitarea cu nematodul *Hexamermis albicans* depăşeşte, în mod obişnuit, peste 60% şi se fac cercetări pentru utilizarea acestuia (fig. 42).

4.2.2. Acarienii

Sunt organisme animale de dimensiuni mici (0,1-2 mm), cu forma corpului ovală sau vermiformă; majoritatea lor sunt zoofage. Acarienii prădători se hrănesc cu acarienii fitofagi (din grupa *Tetranichidelor),* care dăunează în sere, în plantaţii pomicole (*Phytoseiulus persimilis, Typhlodromus pyri, Amblyseius*). Unele specii consumă tripşi, molii şi unele stadii de dezvoltare ale speciei *Trialeurodes vaporariorum*.

4.2.3. Insectele entomofage

Sunt grupate în insecte prădătoare şi parazitoide.

Insectele prădătoare se hrănesc cu diferite specii de insecte dăunătoare, atât în stadiul de larvă, cât şi de adult; aparţin mai multor ordine sistematice, după cum urmează:

Ordinul Coleoptera este foarte bogat în specii prădătoare din mai multe familii:

F. Carabidae (gândacii alergători), cuprinde gândaci de talie mijlocie, cu antene setiforme, picioare adaptate la alergat, cu mandibule puternice atât la larve cât şi la adulţi, multe având culori metalice şi întunecate; larvele sunt oligopode, cu plăci chitinoase pe corp. Speciile de carabide: *Calosoma sycophanta, C. inquisitor* şi *Carabus* sunt răspândite în pădurile infestate cu defoliatori şi consumă omizi (o familie de *C. sycophanta*, împreună cu urmaşii săi consumă într-un an, în focarele de *Lymantria dispar*, până la 6000 de omizi şi pupe) (fig. 43).

F. Cicindellidae (repezii) cuprinde gândaci de talie mijlocie având corpul în formă de vioară în culori vii cu reflexe metalice, cu antene filiforme şi mandibule puternice, ascuţite la vârf (sunt multe specii din genul *Cicindella* răspândite în pădurile de fag şi stejar, fig. 44). Larvele lor sunt, de asemenea, prădătoare, stau ascunse ziua în galerii verticale săpate în pământ.

F. Chantaridae este alcătuită din gândaci de talie mijlocie, forma corpului îngustată şi tegumentul mai puţin chitinizat; foarte răspândite sunt speciile genului *Chantaris: Ch. fusca, Ch. obscura* etc.

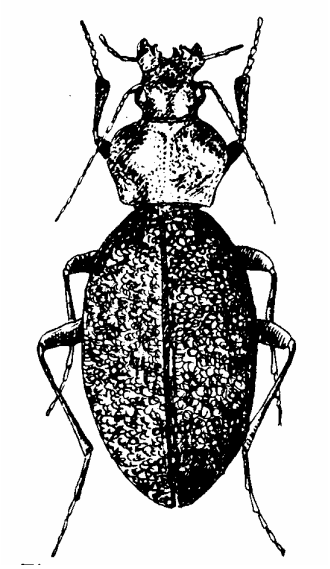


Fig. 43. *Carabus coriaceus rugifer* (după Panin) stg.

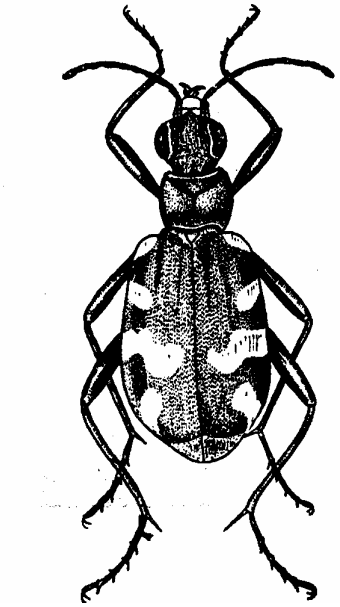


Fig. 44. *Cicindela hybrida* (după Ionescu).

F. Coccinellidae (buburuze), cuprinde gândaci mici, cu corpul ca o hemisferă, cu antene scurte; larva oligopodă, ovală şi corpul bombat; trăiesc în coloniile de afide (păduchi de frunze) pe care îi consumă, de asemenea, ouă, larve şi pupe de *Chrysomelidae*. Cea mai comună este *Coccinella*

septempunctata (fig. 45); *Chilocorus bipustulatus* se hrăneşte cu păduchi ţestoşi (*Diaspididae).*

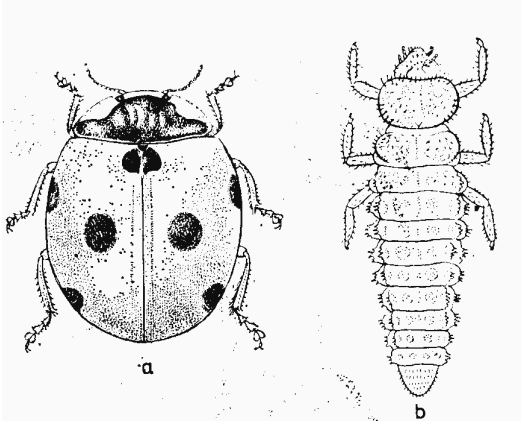


Fig. 45. *Coccinella septempunctata L.* (după Lăcătuşu).

F. Cleridae-insecte prădătoare care se întâlnesc pe trunchiul arborilor şi vânează gândacii de scoarţă *(Ipidae*), în toate stadiile. *Clerus (Thanassimus) formicarius* (fig. 46) este un gândac asemănător cu o furnică.

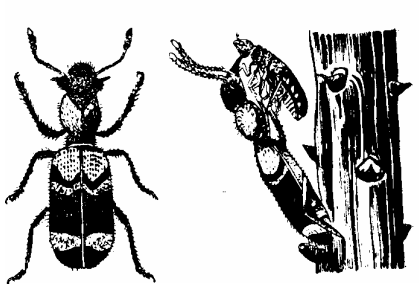


Fig. 46. *Thanassimus formicarius* (după Brehm).

F. Dermestidae-conţine gândaci de talie mică, cu corpul mai mult cilindric şi antene măciucate*; Dermestes lardarius* (fig. 47) şi *D. erichsoni* se concentrează în focare de *Lymantria dispar*, unde se hrănesc cu ouă. De asemenea, se găsesc în colecţiile vegetale şi animale, unde produc pagube.

Ordinul Hymenoptera, F. Formicidae-cuprinde speciile de furnici, care au o contribuţie importantă în combaterea biologică din păduri, reprezentate prin*: Formica rufa, F. pratensis, F. polyctena* (fig. 48). S-a constatat că un număr de 4-5 cuiburi/ha sunt suficiente ca să regleze populaţiile de insecte defoliatoare,

încât să nu producă pagube de importanţă economică; se hrănesc cu larve şi pupe de *Tortrix viridana, Lymantria dispar*, *L. monacha, cotari* etc.

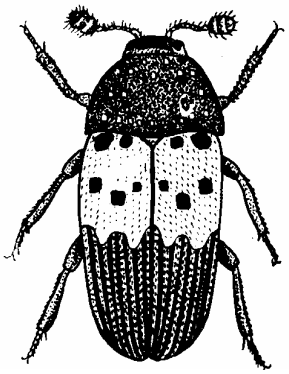


Fig. 47. *Dermestes lardarius*
(după Ionescu).

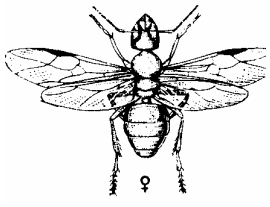


Fig. 48. *Formica rufa*
(după Escherlich).

Ordinul Dermaptera este reprezentat de urechelniţă *(F.Forficulidae-Forficula auricularia,* fig. 49), care are corpul turtit dorso-ventral, cu aripi scurte şi cu o pereche de cerci mari, încovoiaţi, curbaţi ca un forceps; deşi este preponderent fitofagă (se hrăneşte cu flori şi fructe) se concentrează în focarele de omizi defoliatoare, mai ales de *Tortrix viridana,* unde consumă omizi, pupe (dar şi păduchi de frunze - *Aphididae).*

Ordinul Mantodea cuprinde insecte cu metamorfoză completă. În ţara noastră există două specii*: Mantis religiosa* şi *Empusa fasciata*; călugăriţa (*F. Mantidae-Mantis religiosa*, fig. 50) este o insectă de talie mare, cu un protorace lung şi picioarele anterioare adaptate pentru apucat prada; depune ouăle într-o ootecă mare, lipită de plante şi expusă la soare; este prădătoare şi se hrăneşte cu multe insecte pe care le vânează stând la pândă (prezintă şi fenomenul de canibalism, îşi devorează masculul după împerechere).

Ordinul Odonata cuprinde insecte numite libelule, cu dimensiuni mari, metamorfoză incompletă, care trăiesc în apropierea apelor (larvele sunt acvatice); prezintă aripi transparente cu irizaţii metalice, fiind bune zburătoare, prind prada din zbor (*Calopterix virgo* - vânează insectele de pe arbori, fig. 51).

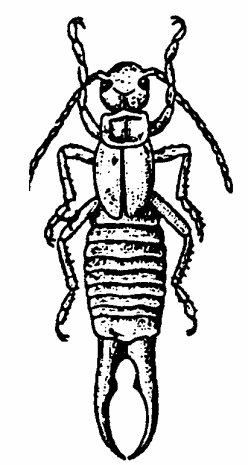


Fig. 49. Forficula auricularia *(după Lăcătuşu).*

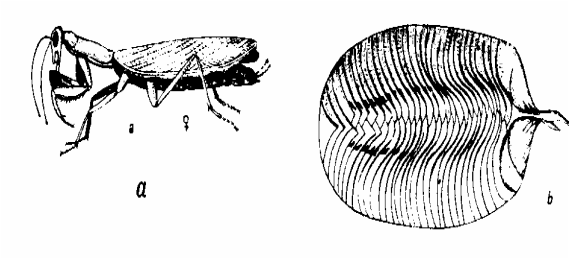


Fig. 50. *Mantis religiosa*: a-femelă; b-ootecă (după Eidmann).

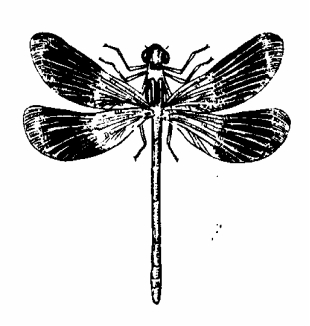


Fig. 51. *Calopterix*

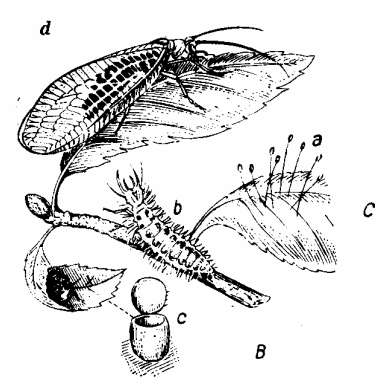


Fig. 52.Chrysopa perla: a-ouă; b-larvă; c-cocon; d-adult (după Plavilşcicov).

Ordinul Plannipenia cuprinde insecte carnivore care fac parte din două familii: *Chrysopidae,* din care cea mai răspândită este *Chrysopa perla*, cu corpul moale şi aripi transparente; femela depune ouă pedunculate în coloniile de afide; o larvă consumă pentru dezvoltarea completă 75-160 de păduchi, dar se hrăneşte şi cu larve de gândaci, fluturi şi diptere (fig. 52); a doua familie *Myrmeleonidae* cu specia *Myrmeleon formicarius*- leul furnicilor (fig. 53), care are corpul lung şi subțire, ochii mari ca la libelule, dar cu antene mai lungi; larva este mai scurtă, cu aparat bucal foarte dezvoltat; îşi construieşte în nisip nişte pâlnii

caracteristice, în fundul cărora stă ascunsă numai cu mandibulele în afară. Larva injectează sucuri gastrice în corpul victimei cu care lichefiază ţesuturile şi apoi se hrăneşte prin sugere; trăieşte în regiuni de răşinoase, pe soluri nisipoase .

Ordinul Mecoptera din care cea mai răspândită este specia *Panorpa communis (F. Panorpidae*-musca scorpion, fig. 54); are o trompă caracteristică, aripile sunt transparente şi

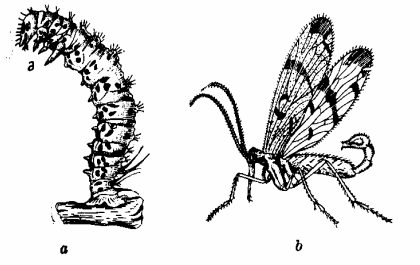


Fig. 54. *Panorpa communis L.*: a-larvă; b-adult (după Ionescu)

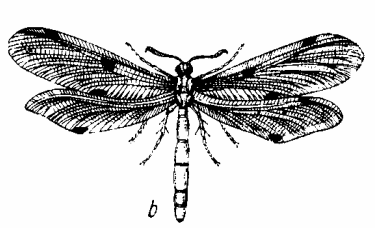


Fig. 53. *Myrmeleon formicarius L.*

pătate puternic cu cafeniu, cu o bandă transversală continuă pe aripile anterioare; masculul are ultimul inel abdominal umflat şi terminat cu un cârlig.

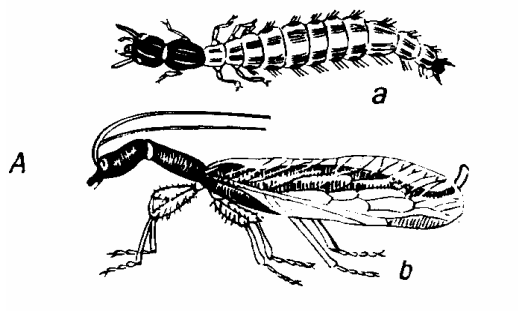


Fig. 55. *Rhaphidia ophiopsis Schum.*: a- larvă; b- adult (după Weber).

Ordinul Rhaphidioptera cuprinde insecte de talie mică, cu multe specii de *Rhaphidia (F. Rhaphidiidae*, fig. 55); adulţii se recunosc după o prelungire a capului spre partea posterioară, care se uneşte cu protoracele; larve oligopode de tip campodeiform; ambele stadii sunt carnivore, trăiesc în pădurile de câmpie şi de munte, se hrănesc cu ouă de fluturi (*Lymantria dispar, L. monacha*).

Insectele parazitoide sunt în majoritatea lor *endoparazite* (paraziți interni) şi puține *ectoparazite* (paraziți externi). Speciile endoparazite se hrănesc în cavitatea generală a gazdei, consumând corpul gras şi alte țesuturi, fără să atace de la început organe vitale; gazda rămâne în viață până la dezvoltarea completă a parazitului; are loc o castrare fiziologică, deoarece organele reproducătoare la insectele parazitate rămân nedezvoltate. Ectoparaziții sug treptat conținutul gazdei fixându-se pe corpul ei (sau prin osmoză).

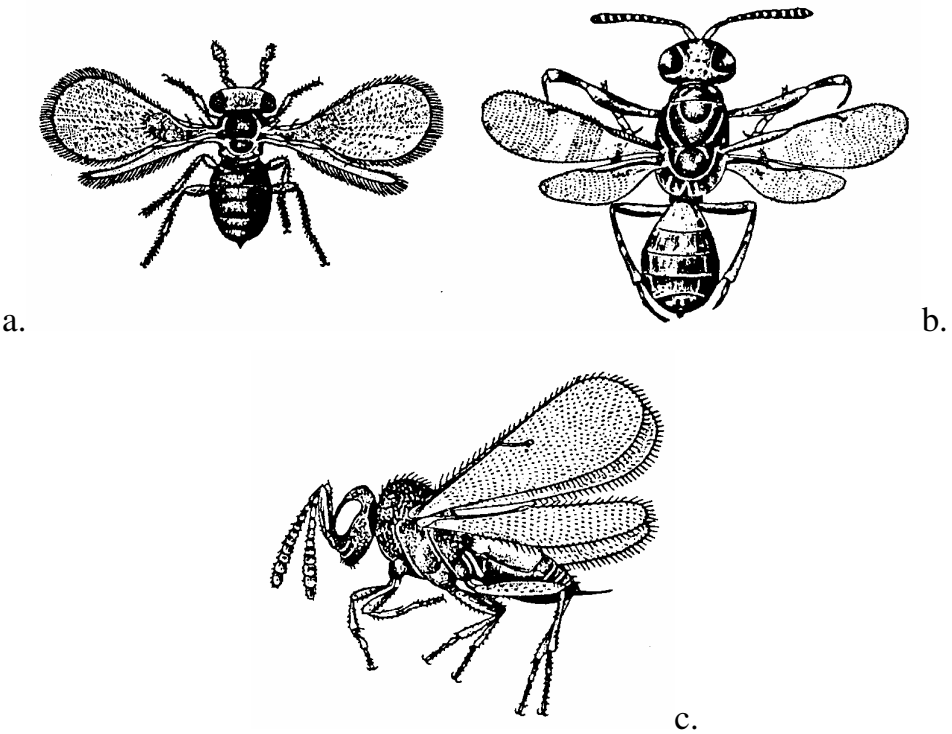
Parazitoizii pot fi *primari*, care se dezvoltă pe specii fitofage*, secundari* şi chiar *terțiari,* care se dezvoltă pe parazitoizii primari, respectiv secundari. După gradul de specializare, parazitoizi sunt *monofagi,* care se dezvoltă pe o singură specie, sau *polifagi*, pe mai multe gazde; sunt *solitari,* când în gazdă se dezvoltă un singur parazitoid sau *gregari*, cu dezvoltarea mai multor parazitoizi. Unii parazitoizi se pot înmulți prin poliembrionie *(Ageniaspis fuscicollis - Encyrtidae).*

Parazitoizii depun ouăle în gazdă prin perforarea tegumentelor sau lipindu-le pe acestea (larvele neonate pătrund apoi în corp); alții depun ouă şi larve pe plante, care intră în interiorul gazdei prin hrănire (musca *Sturmia scutellata*). Există o specificitate față de stadiile de dezvoltare a gazdei. Astfel, unii parazitoizi se dezvoltă numai în ouă (oofagi), alții se dezvoltă şi în stadiile de larvă şi pupă; uneori infestează larvele şi îşi încheie dezvoltarea în stadiul pupal al gazdei (*Tachinidae*). Viespile parazitoide, himenoptere, se împupează în corpul gazdei, muştele parazite o părăsesc. La insectele parazite, numai stadiul larvar parazitează, în general, adulții trăiesc liber şi se hrănesc pentru maturare sexuală, cu nectar şi polen.

Cele mai importante specii parazitoide aparțin ordinelor *Hymenoptera* şi *Diptera*.

Parazitoizii oofagi parazitează ouăle şi limitează dăunătorii într-un stadiu inactiv, în care nu produc pagube; sunt viespi *(Hymenoptera*) cu perioade scurte de dezvoltare, care pot fi înmulțite în fabrici şi lansate apoi în natură, cum ar fi speciile: *Trichogramma evanescens, Tr. cacoecie, Tr.embryophagum (F. Trichogrammatidae*, fig.56); sunt polifagi cu gamă largă de gazde (*Lepidoptera, Diptera, Coleoptera* şi *Hymenoptera; Tr. evanescens* parazitează peste 150 de specii de lepidoptere. Alte specii de parazitoizi oofagi frecvent întâlnite sunt:

Anastatus disparis (fig.56) parazitoid specific al ouălor de *Lymantria dispar, Ooencyrtus kuwanai* în ouăle de *Lymantria dispar* şi *L. monacha*, *O. tardus şi O. nestriae* parazitează ouăle de *Malacosoma neustria* şi *Telenomus leviuscullus* în ouă de *Lymantria dispar* şi *Malacosoma neustria, T. phalaenarum* în ouă de *Euproctis chrysorrhoea* etc. (fig 56).



a. b.

c.

Fig. 56. a -*Trichogramma evanescens Westw*; b -*Anastatus disparis Ruscha*; c - *Telenomus phalaenarum Dees*. (după Lăcătuşu).

Parazitoizi larvari fac parte din *Diptera* (în special *F. Tachinidae*) şi *Hymenoptera (F. Braconidae, F. Encyrtidae*, *F. Ichneumonidae*). Tachinidele sunt principalii parazitoizi larvari polifagi, au ca gazde omizele defoliatoare; se întâlnesc frecvent speciile: *Exorista larvarum, Compsilura concinnata* (fig. 57)*, Pales pavida, Zenillia libatrix*, *Carcelia* etc. Unele specii parazitează omizile din ultimele vârste şi îşi încheie dezvoltarea în pupele gazdă. *Sturmia scutellata* parazit al omizilor de *Lymantria dispar* depune 5000 de ouă pe frunze înaintea omizilor gazdă, ajung în corpul lor odată cu hrana şi o părăsesc odată cu decesul acestora, după care se împupează în sol. *Tachina larvarum* este polifagă, se dezvoltă în peste 40 de specii de omizi false.

Fig. 57. *Compsilura concinnata* (după Escherlich).

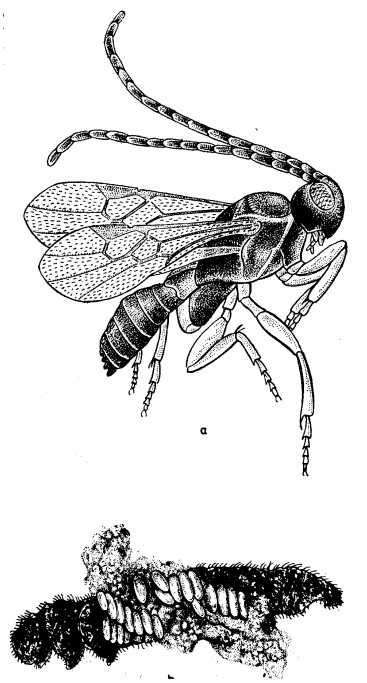


Fig. 58. *Apanteles glomeratus L.*:
a-adult; b-larvă de *Pieris brasicae L.* parazitată.

Viespile *familiei Braconidae* parazitează omizile din primele vârste şi cele mai frecvente specii întâlnite în focarele cu omizi defoliatoare fac parte din genul *Apanteles: A. solitarius, A. liparidis* şi *A. glomeratus* (fig.58); reduc populaţiile de *Lymantria, Malacosoma*, *Euproctis; Orgilus*

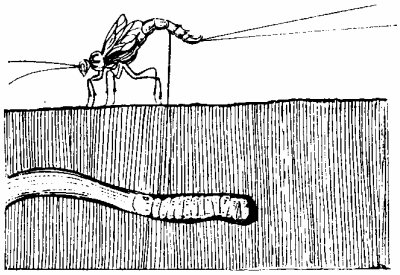


Fig. 59. *Rhyssa persuasoria* -adult parazitând (după Ionescu).

obscurator pe cele de *Rhyacionia buoliana; Meteorus rubens, M. versicolor* în focarele de *Thaumetopoea processionea* şi *Macrocentrus linearis* în cele de *Tortrix viridana*, *Cacoecia xylosteana*. Specii de *Rhyssa (Ichneumonidae*) parazitează larvele de insecte xilofage (*Siricidae, Cerambycidae*) (fig. 59).

Paraziţii pupali se găsesc în *Hymenoptera (Ichneumonidae, Chalcididae*); în cea mai mare parte părăsesc gazda în stadiul de adult prin orificii caracteristice.

Dintre *Ichneumonidae* amintim speciile cele mai răspândite: *Pimpla instigator* (fig. 60) şi *Theronia atalanthae* (fig. 61), care parazitează pupe de dimensiuni mari (*Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria, Leucoma salicis*) şi speciile genurilor *Itoplectis* şi *Ephialtes,* care parazitează pupele de *Tortrix viridana*. Din *Chalcididae* parazitul cel mai comun şi polifag este *Brachymeria intermedia* (fig. 62).

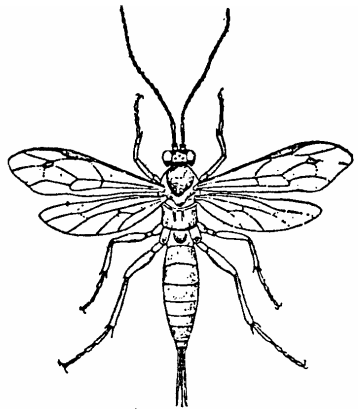


Fig. 60. *Pimpla instigator F.* (după Lăcătuşu).

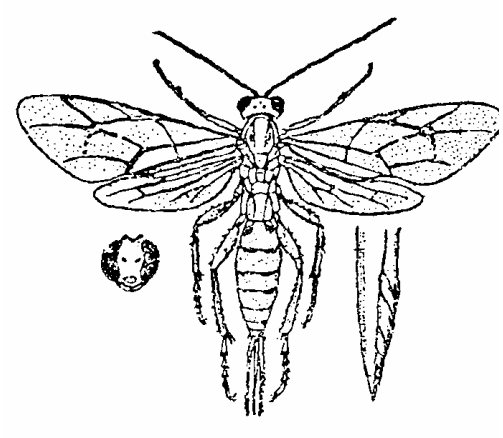


Fig. 61. *Theronia atalanthae Poda* (după Lăcătuşu).

Fig. 62. *Brachymeria intermedia* Nees. (după Lăcătuşu).

În ultimele două decenii, se utilizează tot mai mult în combaterea biologică o serie de viespi parazitoide, oofage (*Trichogramma, Telenomus*), înmulțite industrial în biofabrici şi apoi lansate în biocenoze. Se obțin procente ridicate de parazitare a ouălor gazdă, astfel încât sunt eliminate o serie de tratamente cu insecticide. Deşi metoda este aparent costisitoare, devine rentabilă în timp şi păstrează ecosistemele nepoluate.

Transferul şi aclimatizarea unor specii de entomofagi dintr-o regiune în alta contribuie la corectarea dezechilibrelor dintre dăunători şi paraziți, îmbogățeşte fauna utilă din biocenoze şi elimină dăunările. Astfel, în California

(1888) s-a introdus din Australia o buburuză, (*Rodalia cardinalis*), care a distrus păduchele lânos *(Icerya purchasi*) din livezile de citrice; în Iugoslavia s-au făcut încercări de aclimatizare a unor entomofagi ai speciei *Hyphantria cunea* introdusă din America de Nord; în America s-au introdus paraziții oofagi *Anastatus disparis* şi *Ooencyrtus kuwanai* pentru stingerea focarelor de *Lymantria dispar* (prin transferul de depuneri de ouă cu procent ridicat de parazitare). În Europa, primele aclimatizări (Berlese 1911) constau din introducerea în Italia din SUA, a viespii *Prospaltella berlesei*, pentru a combate păduchele țestos al dudului *(Pseudaulacapsis pentagona*); în ultimele decenii s-a introdus *P. perniciosi* pentru limitarea populațiilor păduchelui din San-Josè *(Quadraspidiotus perniciosus*).

În prezent s-au acumulat multe date ştiințifice privind fenomenul de parazitare naturală, s-au determinat mii de specii de parazițoizi şi prădători, alcătuindu-se adevărate biocenoze parazitare pe diverşi dăunători; un număr special de entomofagi sunt înmulțiți artificial şi lansați în natură, iar pentru ceilalți se prevăd măsuri de protejare pentru menținerea şi înmulțirea lor în vederea reducerii populațiilor de insecte dăunătoare.

4.2.4. Păsări insectivore

Dintre vertebrate, păsările *(Clasa Aves*) insectivore prezintă cea mai mare importanță în biocenozele arboricole, hrănindu-se cu insecte dăunătoare, mai ales de talie mică. Zilnic pot consuma o cantitate de hrană egală cu masa corpului lor. Chiar şi cele granivore hrănesc puii cu insecte. Păsările insectivore aparțin următoarelor ordine şi familii*: Passeres, Caprimulgi, Cuculi, Upupae, Cypseli, Pici* şi *Meropes*, din care exemplificăm: *Caprimulgi - Caprimulgidae*, specia *Caprimulgus europaeus* L. - caprimulgul european, oaspete de vară; *Cuculi - Cuculidae*, specia *Cuculus canorum* L. - cucul, oaspete de vară; *Upupae - Upupidae*, specia *Upupa epops* L. - pupăza, oaspete de vară; *Coraciae -Coraciidae*, specia *Coracias garrulus* L. - dumbrăveanca, oaspete de vară; *Meropes - Meropidae,* specia *Merops apiaster* L. - prigoarea, oaspete de vară, apare târziu şi pleacă timpuriu; *Cypseli - Cypselidae*, specia *Apus apus* L. - lăstunul, pasăre migratoare; *Pici – Picidae* -ciocănitori, păsări sedentare: *Picus viridis* L., cicănitoarea verde, *Picus canus* Gmel - cicănitoarea sură*, Dryocopus*

martius L. – ciocănitoarea neagră, *Dendrocopos* sp. - ciocănitorile pestriţe, *Picoides tridactylus* L. –ciocănitoarea de munte şi *Jynx torquilla* L. – capântortura (singura specie oaspete de vară).

Ordinul *Passeres* cuprinde numeroase specii de păsări parţial sau integral insectivore, frecvente în păduri. Familia *Corvidae* cu speciile: *Corvux corax* L. corbul, *Corvus frugilegus* L. – cioara de semănătură, *Corvus monedula* L. – stăncuţa, *Nucifraga caryocatactes* L. – alunarul, *Garrulus glandarius* L. – gaiţa; familia *Sturnidae* cu specia *Sturnus vulgaris* L. –graurul; familia *Oriolidae* cu specia *Oriolus oriolus* L. –grangurul; familia *Fringillidae* cu speciile *Fringilla coelebs* L. – cinteza, *Coccothraustes coccothraustes* L. – botgrosul, *Pyrrhula pyrrhula* L. - mugurarul; familia *Ploceidae* cu specia *Passer montanus* L. – vrabia de câmp; familia *Motacillidae* cu specia *Anthus trivialis* L. – fâsa de pădure; familia *Paridae* cu speciile: *Parus major* L. – piţigoiul mare, *Parus caeruleus* L. – piţigoiul albastru, *Parus ater* L. – piţigoiul de brădet, *Parus palustris* L. – piţigoiul sur, *Parus montanus* Bald – piţigoiul de munte *Aegithalos caudatus* L. – piţigoiul codat; familia *Sittidae* cu specia *Sitta europaea* L. – ţicleanul; familia *Certhiidae* cu speciile*: Certhia familiaris* L. – cojoaica de pădure şi *Certhia brachidactyla* Brehm-cojoaica de grădină; familia *Regulidae* cu speciile: *Regulus regulus* L. – auşelul nordic şi *Regulus ignicapillis* Temm – auşelul sprâncenat; familia *Muscicapidae* cu speciile: *Muscicapa striata* Pallas – muscarul sur şi *Ficedula albicollis* Temm. - muscarul gulerat; familia *Prunellidae* cu specia *Prunella modularis* L, - brumăriţa de pădure; familia *Troglodytidae* cu specia *Troglodytes troglodytes* L. – ochiul boului; familia *Turdidae* cu speciile: *Erithacus rubecula* L. – măcăleandrul, *Turdus merula* L. – mierla, *Turdus philomelos* Brehm – sturzul cântător, *Turdus viscivorus* L. – sturzul de vâsc, *Turdus torquatus* L. – mierla gulerată; *Phoenicurus phoenicurus* L. – codroşul de pădure, *Luscinia luscinia* L. – privighetoarea de zăvoi; familia *Sylviidae* cu speciile: *Sylvia borin* Bodd. – silvia de zăvoi, *Sylvia atricapilla* L. – silvia cap-negru, *Sylvia curruca* L. – silvia mică, *Phylloscopus collybita* Vieill, - pitulicea mică, *Phylloscopus sibilatrix* Bechst. – pitulicea sfârâitoare.

4.2.5. Mamifere insectivore

Din *clasa Mammalia* (mamifere) speciile insectivore aparţin ordinelor

Insectivora şi Chiroptera.

Ordinul *Insectivora* are reprezentanţi din familiile: *Soricidae* cu speciile: *Sorex araneus* L. – chiţcanul de pădure, *Sorex minutus* L. –chiţcanul pitic, *Sorex alpinus* Schinz. –chiţcanul de munte; *Talpidae* cu specia Talpa europaea L. – cârtiţa şi *Erinaceidae* cu specia *Erinaceus europaeus* L. – ariciul.

Ordinul *Chiroptera*, familia *Vespertilionidae* cu speciile*: Plecotus auritus* L. – liliacul urecheat, *Pipistrellus pipistrellus* Schreb. – liliacul pitic, *Vespertilio murinus* L. – liliacul cu păr ruginiu şi familia *Rhinolophidae* cu specia *Rhinolophus hipposideros* Bechst.

4.2.6. Utilizarea feromonilor

Insectele, dintre care se recrutează majoritatea dăunătorilor silvici, sunt o grupă de animale dependente în mare măsură de semnale de natură chimică prin care se emit şi se recepţionează mesaje de importanţă majoră pentru existenţa lor. Aceste mesaje, recepţionate de insecte mijlocesc găsirea hranei, a locului de depunere a ouălor, recunoaşterea itinerarului de deplasare a membrilor coloniei, recunoaşterea membrilor familiei, a arealului ocupat, semnalarea prezenţei duşmanilor, găsirea prăzii etc.

În ecosistem circulă un vast flux de informaţii codificate chimic, care mijlocesc majoritatea relaţiilor inter- şi intraspecifice, aceste substanţe se numesc *ecomon*i (*telergoni*). Ecomonii se împart în *alomoni,* care mijlocesc comunicarea interspecifică, şi *feromoni*, responsabili de comunicarea intraspecifică.

Termenul de feromoni a fost introdus de Karlson şi Butenandt (1959). Feromonii sunt produşi de glande exocrine, cu localizare pe suprafaţa corpului, printre celulele epidermice; la *Ipidae* se găsesc în epiteliul intestinului posterior şi cel al tuburilor lui Malpighi (feromonii sunt eliminaţi odată cu fecalele); la gândacii de bucătărie, glandele care secretă feromonul sexual se găsesc pe toată lungimea tractusului digestiv. Preluarea, decodificarea acestor semnale se fac prin organele olfactive situate pe antene.

Există două categorii mari de feromoni*: feromoni de acţiune* (de declanşare), care induc schimburi de comportament, şi *feromoni de dezvoltare* (metabolici), care produc indivizilor receptori modificări metabolice. Sunt

studiaţi mai mult la insectele sociale.

Feromonii de acţiune pot fi clasificaţi în:

-*feromoni sexuali* care mediază relaţiile între partenerii sexuali, înainte, în timpul şi după împerechere. Se cunosc trei grupe: *atractanţi sexuali*, produşi de un sex pentru atragerea sexului opus (de obicei emis de femele*); afrodisiaci*, produşi de masculi în scopul de a excita femelele şi a le accepta copularea*; repelenţi sexuali* produşi de aparatul genital mascul şi transferaţi odată cu sperma, care marchează astfel femelele fecundate;

-*feromoni de marcaj* (trasori) cu ajutorul cărora insectele sociale (furnici, albine) trasează drumul către o nouă sursă de hrană;

-*feromoni de alarmă*, care determină un comportament diferit la apariţia duşmanilor (la afide, colonia se dispersează imediat, la albine şi viespi pentru mobilizarea la luptă);

-*feromoni de agregare* (de asociere) caracteristici insectelor sociale, dar şi lăcustelor, folosiţi la găsirea unor locuri propice pentru depunerea ouălor; *Ipidaele* le utilizează pentru popularea arborilor lâncezi;

-*feromoni necrofori*, pentru îndepărtarea indivizilor morţi din coloniile de furnici.

Feromonii cei mai cercetaţi sunt cei sexuali şi de agregare, pentru a fi utilizaţi în cadrul biocenozelor forestiere. Utilizarea acestor feromoni s-a realizat pentru prima dată prin folosirea femelelor vii pentru atragerea masculilor, aşa a fost concepută metoda de control a populaţiilor de *Lymantria monacha* prin femele tinere nefecundate, închise în cuşti cu sită metalică şi prinse cu panouri unse cu clei (elaborată de Dyk şi Ambros); femelele, înmulţite în crescătorii, erau înlocuite la 2-3 zile, deoarece perioada de emisie a feromonilor este mică. După cunoaşterea proprietăţilor acestor feromoni s-a trecut la identificarea structurii lor chimice. Primul feromon care s-a identificat a fost cel al fluturelui de mătase *(Bombyx mori*), în 1959, denumit *bombicol* (pentru 6 mg de bombicol s-au sacrificat 500 mii de femele).

Odată cu descoperirea unor metode moderne de analiză a substanţelor chimice (cromatografia), s-au identificat feromonii la peste 400 de specii de insecte. Prin folosirea lor practică în cadrul biocenozelor, feromonii se mai numesc şi generaţia a treia de „pesticide", cu mari perspective în cadrul

combaterii integrate.

Prin capcanele feromonale, insectele atrase sunt reţinute şi distruse (capcane adezive, chimice, electrice) sau sunt reţinute vii pentru manipulări ulterioare de tip autocid. În capcane se plasează o doză de feromon emisă treptat şi uniform.

Captarea se practică pentru următoarele scopuri:

-depistarea prezenţei unui nou dăunător, respectiv a unor noi infestări. Datorită eficacităţii deosebite şi selectivităţii captării, se pot depista specii de insecte la densităţi foarte mici (infestări incipiente); metoda este folosită în carantina fitosanitară;

-precizarea ciclului biologic; prin înregistrări zilnice ale capturilor, în corelaţie cu factorii climatici, se poate determina numărul de generaţii;

-*stabilirea momentelor de combatere* se realizează prin trasarea curbelor care evidenţiază începutul, maximul şi sfârşitul împerecherii; se poate stabili perioada maximă de depunere a pontelor, pentru lansarea paraziţilor ovifagi;

-supravegherea cantitativă a populaţiei pentru stabilirea oportunităţii aplicării măsurilor de combatere. În funcţie de numărul capturilor realizate în condiţii standardizate de capturare (număr de capcane la ha), tratamentele se vor aplica numai în parcelele unde se justifică economic;

-*combaterea prin capturarea în masă*, în special a masculilor, care trebuie să fie în proporţie suficientă pentru ca femelele din habitat să rămână nefecundate (se apreciază că o capcană feromonală la 50-100 ha, menţine populaţia de *Lymantria dispar* în densităţi reduse);

-combatere prin capturare, sterilizare sexuală şi relansare folosită la metoda autocidă, când, după capturarea masculilor şi după sterilizare, sunt lansaţi în habitat;

-combaterea prin capturare, contaminare şi relansare are ca scop declanşarea unor epizootii prin infectarea insectelor cu patogeni specifici, care sunt răspândiţi prin împerechere şi ovipozitare.

-prin perturbarea transmisiei feromonale, se dezorientează masculii şi constă în introducerea în ecosistem a unui exces de feromon sau a altor substanţe care blochează recepţia feromonului. Dacă, în timpul împerecherii, atmosfera este impregnată uniform cu feromon, masculii sunt incapabili să

găsească femelele, care rămân nefecundate. Se realizează prin evaporatoare distanţate, tuburi, benzi de cauciuc impregnate sau microsurse (microcapsule, fibre cu lumen, de asemenea impregnate).

Legat de insectele forestiere, primul feromon sintetizat a fost cel al insectei *Lymantria dispar* în SUA (1970). La noi în ţară, prin cercetările asupra feromonilor la Institutul de Chimie din Cluj, în anul 1974, s-a sintetizat feromonul indigen al insectei *Lymantria dispar – Atralym.* Prin rezultatele obţinute, oferta unor feromoni sintetici cu practică în domeniul agricol şi silvic, cercetările se situează la nivel mondial. Astfel, în domeniul forestier, feromonii sintetici furnizaţi sunt: *Atralym* pentru *Lymantria dispar, Atralymon* pentru *Lymantria dispar*, *Atraruf* pentru *Semasia rufimetrana*, *Atravir* pentru *Tortrix viridana*, *Atratyp* pentru *Ips typographus, Lineatin* pentru *Trypodendron lineatum* etc. La lepidoptere predomină feromonii sexuali, la gândacii de scoarţă şi de lemn, cei de agregare.

Endohormonii sunt secreţii interne care reglementează creşterea, dezvoltarea şi prolificitatea. Se cunosc două tipuri de endohormoni activi*: hormonul juvenil* (*neotenin*) şi *hormonul de năpârlire* (*ecdyson*).

Hormonul juvenil, secretat de copora allata, pe durata vârstelor larvare, are rolul de a stopa sau de a frâna în mod semnificativ procesul de dezvoltare în scopul obţinerii unei pauze pentru creşterea corporală a larvei; hormonul năpârlirii (ecdyson), secretat de glandele protoracale, condiţionează năpârlirile larvare, respectiv împuparea şi trecerea la stadiul de adult.

Un exces de hormon juvenil prelungeşte mult vârstele larvare, obţinându-se malformaţii, iar un exces de hormon de năpârlire accelerează năpârlirile, micşorează durata dezvoltării, care conduce în final la obţinerea unor indivizi piperniciţi, incapabili de reproducere. Combinaţiile celor doi hormoni inhibă transformarea larvelor în pupe şi adulţi.

Descoperirea unor analogi naturali ai hormonilor juvenili, cum este *juvabiona* extrasă din coniferul nord-american *Abies balsamea*, a dovedit că şi alte substanţe cu structuri apropiate de hormonii juvenili naturali manifestă aceleaşi însuşiri.

Analogi sintetici ai hormonilor juvenili (juvenoizi) au fost produşi în mai multe ţări (Cehia, SUA); sunt produşi activi, acţionează prin contact şi ingestie,

unii manifestând o acțiune sistemică în plante, dar, din cauza unei slabe stabilități, aceşti produşi au pătruns puțin în sfera practică. Dintre produsele comerciale cu utilizări practice pot fi citați: Hidropen (combate unele homoptere, coleoptere, lepidoptere), Kinopren (unele homoptere) şi Metopren (recomandat în combaterea unor diptere dăunătoare). La noi în țară s-au sintetizat multe substanțe cu efect juvenilizant (JTC , JTN şi JA).

4.2.7. Metoda autocidă sau autocidia

Autocidia este o metodă genetică, modernă, utilizată în combaterea biologică a insectelor dăunătoare. Ea se aplică pentru producerea sterilității la descendenți, prin două metode: prin inducerea artificială a sterilității şi prin încrucişarea populațiilor incompatibile genetic.

Sterilizarea ca metodă de combatere a dăunătorilor a fost propusă şi aplicată, pentru prima dată, de Knipling (1955, SUA), în combaterea dipterului *Cochliomyia hominivorax* (care atacă pielea vacilor), utilizând pupe sterilizate cu ajutorul radiațiilor gamma şi lansate din avion. Acest succes a favorizat intensificarea cercetărilor privind utilizarea metodei la multe specii de insecte dăunătoare.

Sterilizarea insectelor poate fi obținută prin procedee fizice (radiosterilizare) şi pe cale chimică (chemosterilizare).

Radiosterilizarea utilizează razele gamma şi X, pentru producerea sterilității. Perioada optimă de aplicare este sfârşitul stadiului de pupă sau în primele zile după eclozarea adulților, când diviziunea se desfăşoară lent la nivel somatic şi intens la nivelul gonadelor. Prin anumite doze de iradiere se induce sterilitatea la masculi, dar care îşi mențin vigoarea. În celulele gonadelor au loc mutații lente, dominante, care împiedică formarea spermei şi dezvoltarea normală a oului după fecundație. Prin această metodă s-au obținut rezultate importante şi la o serie de dăunători forestieri (*Lymantria dispar, Malacosoma neustria, Pissodes strobi).* Pentru utilizarea acestei metode în practică trebuie rezolvate aspectele privind obținerea, prin creşteri artificiale sau colectare feromonală, a unor populații suficient de mari pentru a fi iradiate şi cele privind intensitatea dozei de iradiere, determinarea numărului de masculi sterilizați care vor fi lansați, în funcție de mărimea populației dăunătoare.

Chemosterilizarea, ca metodă de combatere a dăunătorilor, foloseşte produse chimice care reduce sau inhibă capacitatea de reproducere a insectelor fitofage. Aceste substanțe pătrund în organismul insectelor prin contact sau ingestie, perturbă formarea celulelor sexuale, reduc sau opresc depunerea ouălor; sunt foarte toxice şi nu se pot aplica direct în biocenoze. Prin acestă metodă s-au combătut cu succes o serie de diptere (*Culex pipiens* şi *Musca domestica*).

Încrucişarea populaţiilor incompatibile genetic se realizează prin introducerea de masculi aparținând unei rase cu caractere genetice specifice într-o regiune în care se găseşte o altă rasă, care produc descendențe sterile. Acest fenomen a fost pus în evidență, pentru prima dată, la *Culex pipiens* (1965), pe cale experimentală.

Fenomenul incompatibilității genetice a fost dovedit în 1976 de E. Führer în Austria, prin încrucişarea rasei locale de *Pityogenes chalcographus* cu rase din întregul areal european; s-a obținut o fecunditate redusă şi o mortalitate ridicată a ouălor şi a larvelor tinere. Metoda este încă în cercetare, pentru a se cunoaşte şi alte aspecte cum ar fi: coincidența în timp şi spațiu a partenerilor, posibilitatea apariției unor hibrizi şi comportarea acestora etc.

5. Conceptul de combatere integrată

În domeniul protecției plantelor, după cel de al doilea război mondial, odată cu dezvoltarea impetuoasă a industriei de pesticide, se impune preponderent metoda chimică de combatere. Prin folosirea acestei metode, s-au obținut succese deosebite în reducerea pagubelor produse de insecte, boli şi buruieni, dar s-au constatat şi o serie de efecte negative cum ar fi: distrugerea faunei şi florei, înmulțirea unor specii până atunci inofensive, apariția fenomenului de rezistență a dăunătorilor la pesticide, creşterea numărului de tratamente, a concentrațiilor, dozelor de substanțe activă, pericolul poluării mediului înconjurător, prezența reziduurilor de substanțe toxice în alimente etc.

Se apreciază că metoda chimică, cu toate aspectele ei negative, nu poate deocamdată, sau într-un viitor apropiat, să fie eliminată, întrucât nu există

alternative viabile de înlocuire. În prezent, producţia agricolă este diminuată anual cu 30% de către boli, dăunători şi buruieni, iar utilizarea exclusivă a metodei biologice nu acoperă diversitatea acestor organisme dăunătoare, în contextul când creşterile demografice reclamă măsuri eficiente de reducere a acestor pierderi. Aceste aspecte au direcţionat la o utilizare mai raţională a pesticidelor în contextul îmbinării tuturor mijloacelor de combatere în noul concept de combatere integrată.

Experţii F.A.O. definesc combaterea integrată ca fiind „un sistem de reglare a populaţiilor speciilor dăunătoare care, ţinând cont de mediul specific şi de dinamica speciilor respective, foloseşte toate tehnicile şi metodele, adaptate în aşa manieră încât ele să menţină populaţiile dăunătorilor la nivelurile la care acestea să nu cauzeze pagube economice".

Elemente de combatere integrată sunt citate în Rusia, încă din anul 1930, unde acestea se regăsesc în „complexe de măsuri". Noţiunea de combatere integrată apare după anul 1950 şi se referea la integrarea măsurilor chimice cu cele biologice. Apoi, conceptul se lărgeşte şi se înţelege îmbinarea tuturor metodelor, mijloacelor de luptă împotriva insectelor dăunătoare pentru menţinerea în populaţii reduse şi pagube mici. Prin noua metodă se dirijează relaţiile complexe din ecosisteme, pentru a nu se deranja echilibrul natural şi pentru a menţine dăunătorii în populaţii care nu produc dăunări importante din punct de vedere economic (PED, pragul economic de dăunare - dat de densitatea insectelor dăunătoare la unitatea de suprafaţă, arbore etc). Prin combaterea unui dăunător nu se mai înţelege eradicarea acestuia, ci aducerea populaţiei la o densitate sub pragul economic de dăunare. Aplicându-se acest principiu se menţine fauna utilă entomofagă cu rol important în echilibrul biocenotic.

Potrivit combaterii integrate, tratamentele se aplică numai când cheltuielile ocazionate de acestea sunt mai mici decât pagubele produse de insecte. Deci, pragul economic de dăunare reprezintă nivelele de pagube de la care este necesar să se aplice tratamente de combatere. În noua concepţie a combaterii integrate, protecţionistul devine „un dirijor" al multiplelor relaţii biocenotice, care să fie conduse în favoarea organismelor folositoare, în vederea menţinerii unor populaţii reduse de dăunători. Pădurea este biocenoza cea mai stabilă, cu o mare putere de autoreglare şi intervenţia umană trebuie să se

realizeze cu multă abilitate, urmărind sporirea factorilor naturali de reglare, prin crearea condițiilor favorabile menținerii şi creşterii numerice a entomofagilor. În acest scop, se creează stațiuni de refugiu a insectelor entomofage. Acestea constau în menținerea unui strat erbaceu (umbelifere, compozite etc) şi a prezenței arbuştilor floriferi (sălcioară, coroniță, rozmarin etc), în goluri, la marginea pădurii şi a drumurilor. Pentru evaluarea aportului insectelor entomofage, odată cu depistarea şi prognoza dăunătorilor, este necesar să se determine şi aportul populațiilor entomofage, iar în condițiile când acesta este mare, să se renunțe la aplicarea tratamentelor chimice.

Dacă în reglarea populațiilor de insecte dăunătoare trebuie să se aplice şi insecticide, se va ține cont de:

-utilizarea insecticidelor selective, toxice pentru organismul țintă, cu toxicitate redusă pentru om şi animale folositoare, uşor biodegradabile pentru a nu polua ecosistemele;

-aplicarea tratamentelor în momentele optime, când insectele sunt sensibile la acestea (la omizile defoliatoare se aplică în primele două vârste, asigurându-se şi o protejare bună a entomofagilor, majoritatea fiind încă în locurile de hibernare);

-aplicarea tratamentelor chimice în benzi. În benzile netratate insectele entomofage vor supraveți şi apoi se vor răspândi şi pe zonele care au suportat tratamente;

-aplicarea tratamentelor cu volum redus (VR) sau ultra redus (VUR), prin care se reduce cantitatea de soluție şi de substanță activă, utilizându-se aviația, care realizează o aplicare uniformă şi în timp scurt.

De asemenea, în combaterea integrată, pe lângă preparatele microbiologice (în domeniul forestier poate avea o pondere mare), se vor utiliza feromonii, soiurile rezistente prin introducerea unor gene de rezistență (OMG) etc, ceea ce va elimina parțial sau total insecticidele.

În prezent, cercetarea din domeniul protecției pădurilor elaborează scheme de combatere integrată în funcție de specificul insectelor dăunătoare şi a zonei ecologice.

6. Protecţia muncii în lucrările de combatere a insectelor dăunătoare

Regulile de protecţia muncii trebuie respectate cu ocazia tuturor lucrărilor de protecţie a pădurilor, din care amintim: recoltarea din coroana arborilor a materialului biologic (ramuri, depuneri de ouă etc.) pentru analizele de prognoză, instalarea în arbori a panourilor de semnalizare a traseelor de zbor ale avioanelor, doborârea arborilor cursă pentru combaterea gândacilor de scoarţă, amplasarea cuiburilor artificiale pentru păsări etc.

Probleme deosebite se ridică însă în legătură cu combaterile chimice, majoritatea produselor chimice utilizate pentru combaterea insectelor dăunătoare fiind, în anumite concentraţii, toxice pentru om. În ţara noastră există o comisie de avizarea produselor fitofarmaceutice, iar activitatea cu produse pesticide este reglementată prin Legea 5/1982 (Protecţia plantelor cultivate şi a pădurilor şi regimul pesticidelor). Conform acesteia, pesticidele se clasifică, din punct de vedere a toxicităţii, în 4 grupe în funcţie de mărimea dozei letale. Din acest punct de vedere, se limitează folosirea insecticidelor din grupa I şi a II-a de toxicitate şi chiar eliminarea lor din combateri.

Lucrătorii din sectorul de protecţie a plantelor sunt obligaţi să cunoască şi să respecte cu stricteţe regulile generale şi speciale de protecţie a muncii privind utilizarea pesticidelor. Substanţele toxice pot pătrunde în organismul celor ce le manipulează sau le aplică, prin inhalare, ingestie, prin piele sau direct în sânge, prin răni. Ţinând seama de urmările grave, uneori chiar mortale, pe care le pot avea intoxicaţiile, măsurile de protecţie a muncii trebuie respectate atât în timpul depozitării, livrării, transportului şi mai ales în timpul utilizării lor. Livrarea şi transportul se fac pe baza actelor legale, de către persoane autorizate, prin proces-verbal de predare-primire. Produsele fitofarmaceutice se depozitează în magazii speciale amenajate, uscate, bine aerisite, situate cât mai departe de locuinţe, depozite de alimente şi furaje şi de surse de apă potabilă sau de ape curgătoare. În aceste magazii temperatura nu trebuie să scadă sub -10˚C şi să nu depăşească 25˚C. Produsele uşor inflamabile se păstrează în magazii din cărămidă şi se manipulează cu atenţie pentru a nu se produce explozii sau incendii. În aceste magazii se interzice păstrarea alimentelor, furajelor, obiectelor casnice, a îmbrăcămintei. Ambalajele trebuie să poarte obligatoriu

denumirea produsului, concentrația în substanță activă, doza de folosire şi indicații cu privire la păstrare. În afara magaziei, dar imediat lângă ea, într-o cameră, trebuie să existe apă şi săpun pentru spălat şi farmacia cu produse de prim ajutor. Înainte de aplicarea tratamentelor chimice se face marcarea terenului cu tăblițe cu inscripția „teren otrăvit" şi se avertizează populația din zonă pentru evitarea accidentelor de intoxicare la om, albine şi animale domestice.

Muncitorii care vor lucra în aplicarea tratamentelor chimice, mai întâi sunt supuşi controlului medical, nefiind admişi cei bolnavi şi tinerii sub 16 ani. La începutul perioadei de tratament, precum şi la schimbarea unor substanțe sau a aparaturii, se face instructajul muncitorilor precum şi verificarea cunoştințelor predate, iar aceştia vor semna fişe de instructaj. Între măsurile de protecție a muncii, în timpul aplicării tratamentelor, se înscriu: interzicerea consumului de alimente şi băuturi, precum şi fumatului; folosirea echipamentului de protecție (mască, salopetă, mănuşi, cisme); înaintarea în direcția vântului pentru a evita ajungerea preparatului pe corpul muncitorilor; păstrarea hainelor de schimb, a alimentelor şi a apei la cel puțin 50 de m de locul unde se lucrează; asigurarea, în apropierea locului de muncă, a condițiilor de spălare a muncitorului. După terminarea tratamentelor chimice substanțele rămase nefolosite şi echipamentul de protecția muncii se predau în mod obligatoriu la magazie, iar ambalajele se distrug prin ardere sau se îngroapă adânc în pământ. În cazul când apar semne de intoxicație, care se manifestă, de regulă, prin: amețeli, dureri de cap şi stomac, diaree, transpirație, frisoane, vomări, tulburări ale vederii, lăcrimare, salivație etc. se acordă primul ajutor şi se apelează de urgență la punctul sanitar cel mai apropiat. Măsurile de prim ajutor sunt: îndepărtarea hainelor şi spălarea corpului - în cazul intoxicațiilor prin piele şi provocarea de vomări administrându-se vomitive - în cazul intoxicației prin ingerare.

Capitolul VII

SISTEMATICA INSECTELOR

Clasa *Insecta,* după majoritatea autorilor, cuprinde 32 de ordine împărţite în două subclase*: Apterygota* şi *Pterygota.*

1.Subclasa Apterygota cuprinde insecte care, în mod primar, nu au aripi şi posedă o dezvoltare ametabolă.

Ordinul PROTURA. Este alcătuit din insecte mici, cu lungimea de 1-1,5 mm, corp moale, alungit, cilindric, ascuţit la capete; fără antene, ochi şi oceli, cu aparat bucal pentru înţepat şi supt; au trei perechi de picioare toracice, prima pereche mai lungă decât celelalte şi îndreptată înainte, ca nişte antene pentru simţul tactil (fig. 63). Proturele trăiesc în medii umede şi anume în litiera pădurii, sub scoarţa arborilor şi prin numărul lor mare transformă şi îmbogăţeşte stratul de detritus.

Ordinul DIPLURA. Insectele sunt mici, cu corpul alb, alungit mult, subţire, turtit dorso-ventral, fără ochi şi oceli, cu mărimi sub 10 mm. La unele specii pe segmentele 1-7 poartă apendice scurţi, iar pe ultimul segment abdominal se află doi cerci lungi şi articulaţi. Acestea duc o viaţă tericolă; prin activitatea lor întreţin structura afânată a solului şi contribuie la transformarea lui prin îmbogăţirea cu substanţe prohumice (fig. 64).

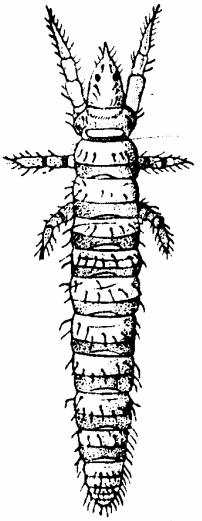


Fig. 63. *Acerentomon sp*. (după Eliescu).

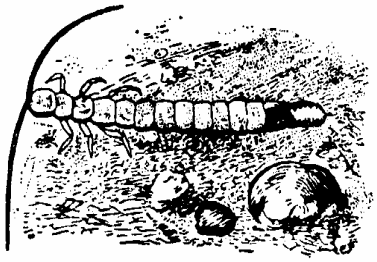


Fig. 64. *Japyx solifugus Halid*. (după Natali).

Fig. 65. *Machilis sp*. (după Arion).

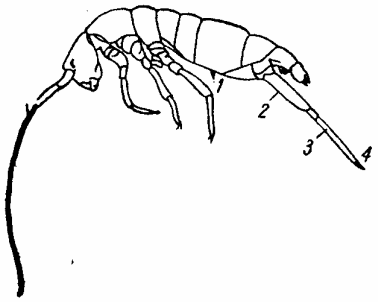


Fig. 66. *Tomocerus plumbeus* Mull.

Ordinul THYSANURA cuprinde insecte de mărime mijlocie, până la 20 mm, cu aparat bucal masticator, antene lungi, setiforme, ochi compuşi şi oceli; abdomenul poartă ventral apendice rudimentare în formă de stili. Ultima pereche este mai alungită şi împreună cu aparatul caudal, servesc la sărit (fig. 65). Trăiesc în biotopuri diferite, aride, umede, în litiera pădurilor bătrâne, pe trunchiurile copacilor, dar şi în locuinţe (în crăpăturile materialelor de construcţie, colecţii de plante şi insecte).

Ordinul COLLEMBOLA cuprinde insecte mici de câțiva mm cu corpul cilindric sau globulos, cu capul prognat şi cu piese bucale slab dezvoltate adaptate pentru lins şi mai puțin pentru masticat. Antenele sunt formate din 3-6 articule; dacă există ochi, sunt alcătuiți din 8 omatidii. Picioarele sunt simple, tarsul e redus la un articul, terminat cu o gheară şi un empodium. Abdomenul are 6 segmente, pe partea ventrală cu un aparat caracteristic pentru sărit format dintr-un retinaculum şi o furcă (pe segmentele 3 şi 4, fig. 66).Trăiesc în pământ umed, în humus, în litiera pădurilor, sub scoarța putredă a arborilor, în materii vegetale sau animale în descompunere, sere şi pepiniere (în ultimele două cazuri pot provoca pagube).

2. Subclasa Pterygota

Cuprinde insecte caracterizate prin prezența aripilor, dispuse pe mezo- şi metatorace. Unele specii au pierdut aripile în mod secundar, datorită modului de viață parazitar (*Malophaga, Anoplura* etc). Dezvoltarea are loc prin metamorfoză şi, în funcție de aceasta, subclasa se împarte în două diviziuni*: Hemimetabola*, insecte cu metamorfoză incompletă şi *Holometabola,* cu metamorfoză completă.

2.1. Diviziunea Hemimetabola

Cuprinde insecte cu metamorfoza incompletă la care larvele se aseamănă cu adulții atât ca morfologie cât şi ca mod de viață. Din această diviziune fac parte următoarele ordine:

Ordinul EPHEMEROPTERA. Cuprinde insecte aripate cu caractere primitive; numele lor vine de la viața scurtă a adulților cunoscute sub numele de rusalii sau muşte de o zi. Adulții au capul mic, turtit dorso-ventral, cu antene setiforme şi piesele bucale rudimentare (adulții nu se hrănesc). Aripile sunt membranoase, străbătute de numeroase nervuri fine în formă de rețea, cu aripile posterioare mai mici sau care pot lipsi. Prima pereche de picioare este mai lungă şi serveşte la pipăit; vârful abdomenului este prevăzut cu doi cerci lungi şi un

filament caudal median (fig. 67). Sunt insecte amfibii, larvele fiind prevăzute cu branhii traheene aşezate pe laturile abdomenului, cu o hrănire fitofagă. Au o viaţă lungă de 3-4 ani şi importanţă piscicolă, servind ca hrană pentru peşti.

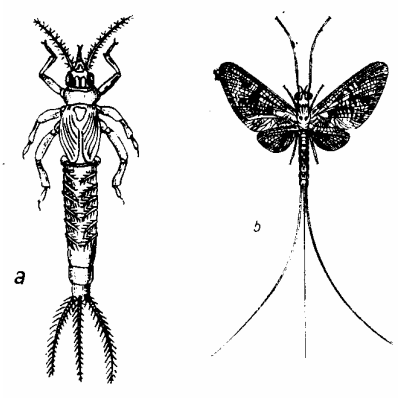


Fig. 67. *Ephemera vulgata*:
a- larvă (din Weber); b- adult (după Ionescu).

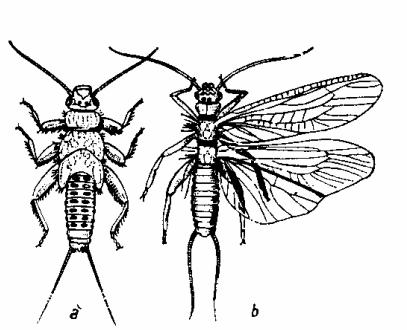


Fig. 68. *Perla marginalis* :
a- larvă; b- adult (după Weber).

Ordinul PLECOPTERA. Insectele sunt cunoscute sub numele popular de perle. Au capul mare, cu antene lungi filiforme sau setiforme şi aparat bucal de tip masticator slab dezvoltat. Aripile membranoase sunt mari (în repaus îndreptate înapoi depăşesc marginea abdomenului), cele anterioare mai înguste decât cele posterioare; vârful abdomenului se termină cu doi cerci lungi asemănători cu antenele. Adulţii duc o viaţă aeriană (trăiesc 3-25 săptămâni în preajma apelor curgătoare) şi se hrănesc cu alge, frunze şi flori; femelele poartă ouăle la extremitatea abdomenului şi le depun pe apă, din zbor, sub formă de pachet. Larvele trăiesc în mediul acvatic şi respiră cutanat sau prin branhii traheene; duc o viaţă carnivoră hrănindu-se cu viermi şi insecte mici, puţin mobile (stau fixate pe pietre) şi constituie la rândul lor hrană pentru peşti (în special păstrăvi, fig. 68).

Ordinul ODONATA. Insectele acestui ordin sunt cunoscute sub numele de libelule, cu talie mijlocie sau mare. Capul este mare, rotund, mobil (se poate roti), cu ochi mari compuşi, bombaţi şi cu 3 oceli aşezaţi pe vertex, cu aparat bucal masticator şi cu antene slab dezvoltate. Au corpul zvelt, lung şi drept, frumos colorat şi cu irizaţii; aripile sunt aproape egale, membranoase şi

transparente, cu aspect sticlos. Cele trei perechi de picioare sunt mici, puternice; primele două perechi pot prinde şi reţine prada în timpul zborului.

Abdomenul este sesil, cilindric, cu partea ventrală îngustă şi scobită cu un şanţ. Sunt insecte diurne, cu un zbor foarte rapid, răpitoare, fac parte din fauna utilă şi trăiesc în preajma apelor. Împerecherea are loc în timpul zborului şi femela depune ouăle în apă. Larvele sunt acvatice, carnivore, cu un organ special de prins prada, format din labium numit „mască"; respiră cutanat sau prin branhii traheene localizate în partea anală sau rectum; se hrănesc cu protozoare, crustacei mici, insecte şi chiar puiet de peşte.

Importanţa economică constă în aceea că se hrănesc cu insectele dăunătoare plantelor. Răspândite de la şes la munte se pot observa la marginea culturilor forestiere unde consumă insectele defoliatoare (fig. 51).

Ordinul BLATTARIA. Insectele se numesc popular gândaci de bucătărie. Sunt insecte de talie mijlocie, cu corpul turtit dorso-ventral, cu protoracele lat, în formă de disc. Sub torace se găseşte capul mic, prevăzut cu antene lungi setiforme, şi aparat bucal masticator; aripile anterioare (tegmine) sunt reduse,

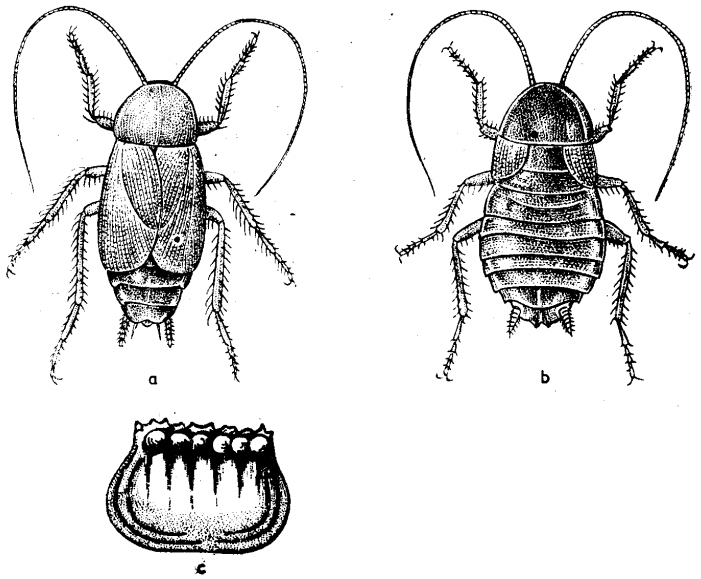


Fig. 69.*Blatta orientalis L.*: a- mascul; b- femelă; c- ooteca (după Lăcătuşu)

uneori lipsesc, cele posterioare membranoase; picioarele adaptate la mers şi alergat, cu abdomenul prevăzut cu 2 cerci lungi articulaţi. Preferă locurile umbroase, chiar întunecate, în tufişuri, păduri sau locuinţe; majoritatea sunt nocturne, în general omnivore, cu preferinţă pentru vegetale. Femelele depun

ouăle într-o ootecă cornoasă, la multe specii purtată la extremitatea abdomenului mai multe zile. Larvele neonate sunt albe, apoi culoarea lor se închide. În general sunt insecte dăunătoare pentru culturile forestiere tinere, iar în locuințe distrug alimentele, colecțiile de plante şi insecte, transmit agenți patogeni periculoşi pentru om. În păduri se întâlnesc speciile din familia *Ectobiidae (Ectobius lapponicus*, *Hololampra punctata*), iar în locuințe din familia *Blattidae (Blatta orientalis* – gândacul negru de bucătărie*, Phyllodromia germanica* – gândacul roşu de bucătărie, fig. 69).

Ordinul DERMAPTERA. Cuprinde insecte cunoscute sub numele de urechelnițe, cu corpul alungit, turtit dorso-ventral, aparat bucal masticator, aripile anterioare tegmine scurte, ca nişte solzi, cele posterioare membranoase, mari, cu nervațiunea în evantai, în repaus se strâng sub tegmine (multe specii sunt aptere). Abdomenul este puternic chitinizat, prevăzut la vârf cu o pereche de cerci mari, chitinizați şi încovoiați, în formă de cleşte, de unde denumirea de forficule; este organ de apărare şi atac (acesta poate fi adus deasupra capului şi toracelui, prin îndoirea abdomenului). Urechelnițele sunt insecte frecvent nocturne, trăiesc în locuri umede, în litieră, sub scoarță etc.; sunt omnivore, se hrănesc cu pradă vie, larve, omizi, pupe, pe care le prind cu cleştii, uneori consumă fructe şi flori. Foarte răspândită este *Forficula auricularia (F.Forficulidae*, fig. 49), cu o activitate nocturnă, fitofagă (poate fi dăunătoare), dar şi carnivoră, hrănindu-se în focarele de *Tortrix viridana* cu omizi şi pupe.

Ordinul MANTODEA cuprinde insecte de talie mijlocie şi mare, de tip ortopteroid, asemănătoare cu lăcustele, cu corpul alungit, îndeosebi protoracele, capul relativ mic, foarte mobil, cu doi ochi compuşi mari, aparatul bucal masticator, cu piese puternice deoarece sunt carnivore, antene filiforme; tegminele înguste, la femelă adesea mai scurte; picioarele anterioare prehensile (femurele lungi, cu un şanț în lung, în care se poate aşeza tibia ca lama unui briceag), abdomenul poartă 2 cerci multiarticulați. După împerechere femela devorează masculul; depune până la 1000 ouă în 1-4 ooteci, stadiu în care iernează, lipite pe plante mici, pietre. Sunt insecte folositoare, carnivore ca larvă şi adult *(Mantis religiosa, Empusa fasciata*).

Ordinul ISOPTERA. Include insecte asemănătoare la înfățişare şi viață cu furnicile numite termite sau furnici albe; termofile, răspândite mai mult în

regiunile tropicale şi foarte puțin în zonele temperate; se recunosc după construcțiile de formă conică, înalte de câțiva metri, construite din pământ sau nisip în care trăiesc coloniile (termitiere). Sunt insecte de talie mică şi mijlocie, sociale şi polimorfe. Matca este foarte prolifică, produce zilnic până la 30000 de ouă. Formele aripate părăsesc colonia în zbor în vederea reproducerii când alcătuiesc roiuri de zeci de mii de indivizi. Se hrănesc cu lemn sănătos, uscat sau umed, lemn putred sau humus (găzduiesc în intestinul posterior microorganisme: protozoare flagelate, bacterii) pentru digerarea particulelor de lemn. Unele termite cultivă ciuperci în cuib în camere speciale. Majoritatea termitelor trăiesc în Africa şi Australia. Cele care se hrănesc cu lemn putred (în regiunile tropicale) au rol important în natură, iar cele care consumă lemnul construcțiilor sunt foarte dăunătoare.

În țara noastră sunt prezente două specii: *Reticulitermes lucifugus* (fig.70) răspândită în sudul țării şi *Calotermes flavicollis.*

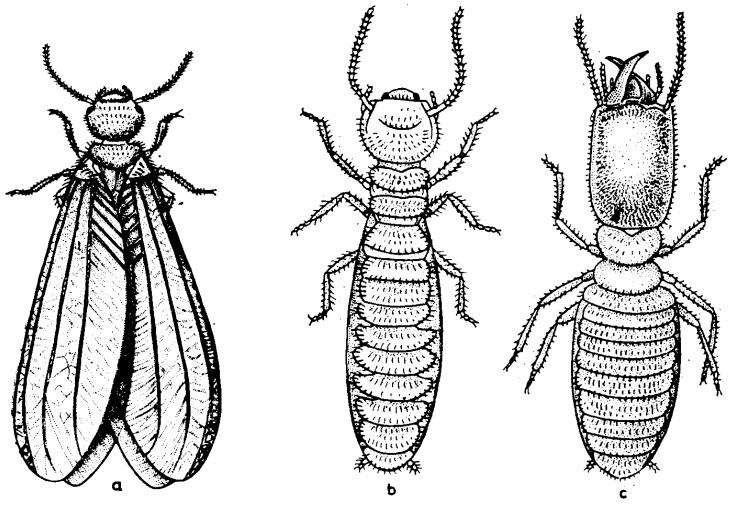


Fig. 70. *Reticulotermes lucifugus Rossi*: a- adult; b- lucrătoare; c- soldat (după Ionescu).

Ordinul MALLOPHAGA. Cuprinde insecte mici de 0,8-14 mm, ectoparazite pe pielea păsărilor (mai puțin a mamiferelor), numite căpuşe sau păduchi de pene. Acestea se hrănesc cu resturi ale epidermei, cu peri, puf sau sânge uscat; produc iritări şi mâncărimi, astfel încât animalele se scarpină şi sângerează. Au capul mai lat decât toracele, cu aparatul bucal pentru rupt şi masticat, ochii compuşi reduşi, antenele scurte (la unii masculi transformate în

organe de prins), au pierdut aripile datorită vieții parazitare (apterism secundar) (fig. 71); ouăle sunt lipite pe păr sau fulgi. Se cunosc peste 3000 de specii, pentru fiecare specie-gazdă există cel puțin un ectoparazit (*Goniodes dessimilis*, parazitează pe *Tetrao urogallus).*

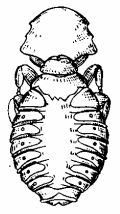


Fig. 71. *Goniodes dessimilis* (după Ervin).

Ordinul ANOPLURA. Cuprinde păduchii adevărați cu lungimea corpului de 2-5 mm, turtiți dorso-ventral şi culoare albă-cenuşie. Sunt ectoparazite pe mamifere, cu aparatul bucal pentru înțepat şi supt, în formă de trompă retractilă, pentru sugerea sângelui, ochii compuşi rudimentari, aptere; tarsele dintr-un articul şi o gheară recurbată formează un cleşte cu un dinte al tibiei. Ouăle sunt lipite unul câte unul pe firul de păr *(Haematopinus suis*, fig. 72, parazitează pe *Sus scrofa; Pediculus capitis* parazitează omul, fig.73).

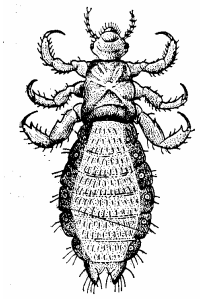


Fig.73. *Pediculus capitis* L.

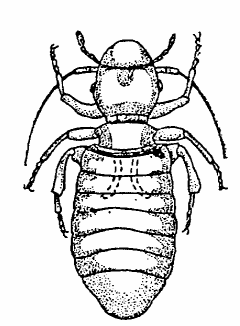


Fig. 74. *Liposcelis divinatorius Müll* (după Lăcătuşu).

Ordinul PSOCOPTERA include insecte de dimensiuni mici, cu capul mobil, antene lungi, setiforme, cu sau fără aripi; trăiesc în habitate foarte variate: litieră, sub muşchi, sub scoarța copacilor, în locuințe, biblioteci, colecții de plante, insecte şi depozite alimentare (*Liposcelis divinatorius*, fig. 74).

Ordinul THYSANOPTERA. Tisanopterele sunt insecte mici, majoritatea de 1 mm lungime (până la 5mm), cu capul hipognat, cu aparatul bucal asimetric, adaptat pentru înțepat şi supt, antene filiforme (formate din 6-9 articule), cu aripi înguste şi membranoase, cu peri lungi pe marginea lor (există şi specii aptere). Sunt insecte fitofage şi produc pagube culturilor horticole (puține sunt zoofage). Se împart în două subordine: *Terebrantia* la care femelele au ovipozitor sau terebră (*Taeniotrhrips laricivorus*-suge seva din lujerii şi acele de larice, fig. 75) şi subordinul *Tubulifera* cu femelele fără ovipozitor, ultimele segmente abdominale terminându-se sub formă de tub.

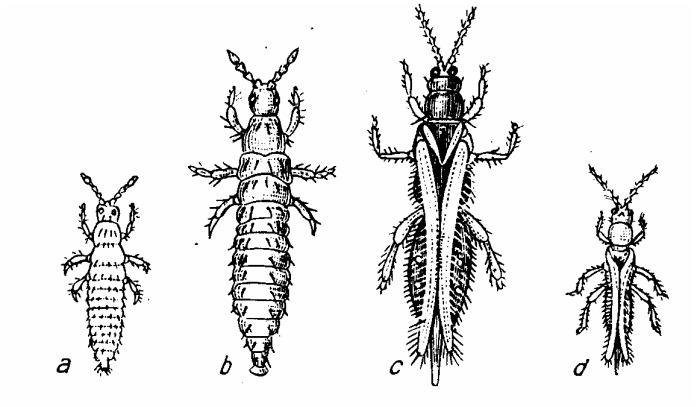


Fig. 75. *Taeniothrips laricivorus*: a,b –larve; c- femelă; d- mascul (după Schwerdtfeger).

Ordinul ORTHOPTERA cuprinde insecte de mărimi mari şi mici, cu cap ortognat, aparat bucal masticator, cu ochi compuşi mari şi adesea, 3 oceli dispuşi în triunghi pe vertex, antene setiforme sau filiforme; protoracele este mare, cu pronotul neted sau carenat, cu aripile anterioare tegmine şi mai înguste decât cele posterioare care sunt membranoase, mai late şi strânse în falduri în lungul corpului. Picioarele sunt lungi, în special cele posterioare adaptate pentru sărit, iar la unele specii cele anterioare adaptate la săpat (*Gryllotalpa*). Abdomenul prezintă 2 cerci uniarticulați (la masculi servesc ca organ prehensil) şi uneori şi cu stili; oviscaptul este diferit: în formă de secere, sabie, tub cilindric, în funcție de locul unde sunt depuse ouăle (în pământ, în frunze, pe scoarță, în lemn). Masculii prezintă organe de stridulație. Pentru năpârlire larvele se agață de un suport cu capul în jos. Sunt monovoltine, fitofage, zoofage sau omnivore. Dăunătoare sectorului forestier sunt următoarele familii: *Gryllidae* - greierii

(*Gryllus*, fig. 76) care distrug semințele încolțite şi plantulele; *Gryllotalpidae* cu specia *Gryllotalpa gryllotalpa* - coropişniţa (fig. 77), *Acrididae* (*Locusta migratoria* - lăcusta migratoare (fig. 78), *Calliptamus italicus* - lăcusta italiană (fig. 79) şi *Tettigoniidae* (*Tettigonia viridissima*-trăieşte la margine pădurilor şi se hrăneşte cu ace şi frunze tinere, fig. 80).

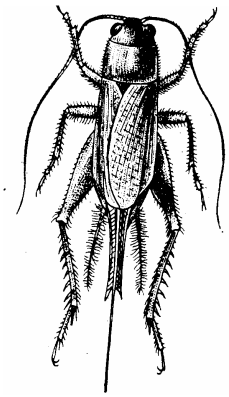


Fig. 76. *Gryllus desertus Pall.*

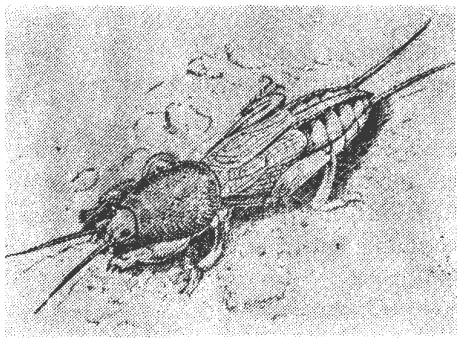


Fig. 77. *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (după Săvescu)

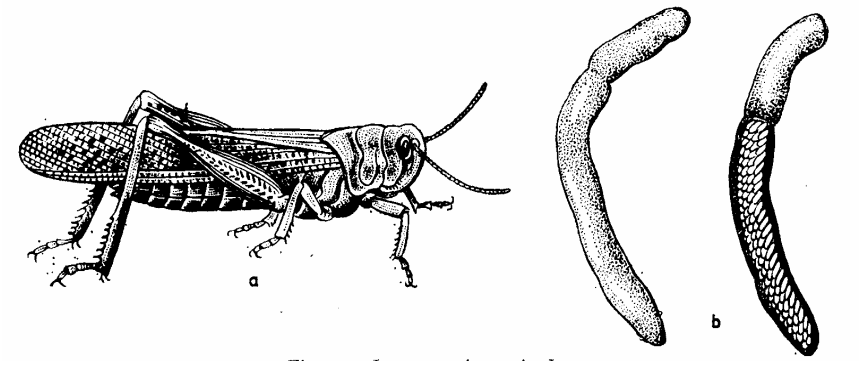


Fig. 78. *Locusta migratoria L.*: a-adult; b-ooteca (după Lăcătuşu).

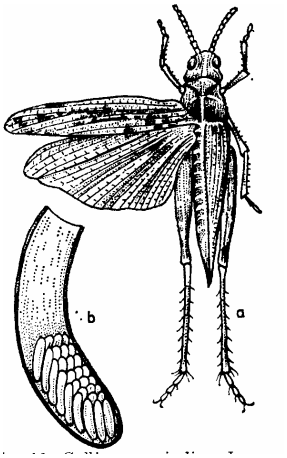


Fig. 79. *Calliptamus italicus L.*: adult; b-ooteca (după Lăcătuşu).

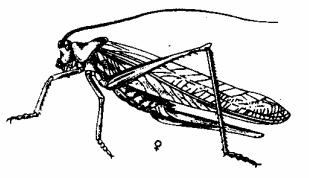


Fig. 80.*Tettigonia viridissima* (după fauna României)

Ordinul HETEROPTERA cuprinde insecte denumite popular ploşniţe. Sunt insecte de talie mică şi mijlocie, cu aparat bucal pentru înţepat şi supt, cu baza rostului îndepărtată de coxele anterioare; aripile anterioare sunt hemielitre, iar cele posterioare membranoase (există şi specii aptere); buza inferioară are forma unui jgheab care adăposteşte mandibulele şi maxilele; pronotul este trapezoidal sau în formă de patrulater; multe specii au glande care secretă substanţe cu miros neplăcut. Se împart în două subordine *Hydrocorise* - ploşniţe de apă şi *Geocorise* - ploşniţe terestre, în care se includ speciile dăunătoare, majoritatea lor fiind fitofage (sunt şi specii prădătoare - folositoare, din *F.Pentatomidae).* Câteva exemple: ploşniţa *Aradus cinnamomeus* (fig. 81) trăieşte pe pinii lâncezi şi înţeapă scoarţa arborilor producând uscarea lujerilor şi crăpături în scoarţă*; Gastrodes abietum (Lygaeidae*) înţeapă ramurile şi lujerii de pin provocând scurgerea de răşini; *Cimex lectularius* (*F.Cimicidae*) ploşniţa de pat, care este apteră.

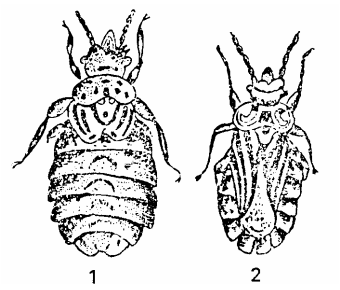


Fig. 81. *Aradus cinnamomeus Pant.*: 1-femelă micropteră; 2-mascul (după Marcu).

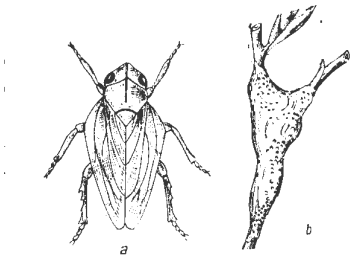


Fig. 82. *Aphrophora salicina Goeze* (din Ene)

Ordinul HOMOPTERA cuprinde insecte de mărimi diferite (0,5-2 cm), cu corpul de formă convexă (rareori turtit dorso-ventral), existând specii cu formaţiuni pe cap (fulgoride) sau pe torace (membracide) care le dau o înfăţişare curioasă; capul este hipognat sau ortognat, cu aparatul bucal de înţepat şi supt; antene filiforme, aripile cu aceeaşi consistenţă, membranoase, în repaus sunt aşezate ca un acoperiş de casă (sunt şi generaţii aptere). Homopterele au glande ceriere, ale căror secreţie maschează adevărata culoare a corpului (afide, coccide etc); la unele coccide există celule secretoare de lac; se reproduc sexuat şi pe cale partenogenetică. Sunt specii exclusiv fitofage, întreg ciclul lor de dezvoltare

se petrece pe plante; unele specii sunt vectori de virusuri (*Myzodes pesicae, Aphis fabae*); dejecţiile zaharoase (rouă de miere) favorizează dezvoltarea ciupercilor; se găsesc în natură grupate sub formă de colonii. Se împart în 5 subordine:

-*subordinul Cicadina*. Se numesc cicade, cu antene biarticulate, ţin aripile în stare de repaus ca forma unui acoperiş, picioarele posterioare adaptate pentru sărit. Din familia *Cicadidae* menţionăm specia *Tibicina haematodes*, care se hrăneşte cu seva stejarilor şi familia *Cercopidae*, cu specia *Aphrophora salicis* (fig. 82), dăunătoare pe răchită;

-*subordinul Psyllina* cuprinde insecte mici (2-3 mm), numite purici de plante, antenele alcătuite din 8-10 articule, ultimul cu două sete, picioarele posterioare adaptate pentru sărit. Prin hrănire dăunează frunzele şi fructele, de exemplu *Psylla alni (F. Psyllidae*, fig. 83);

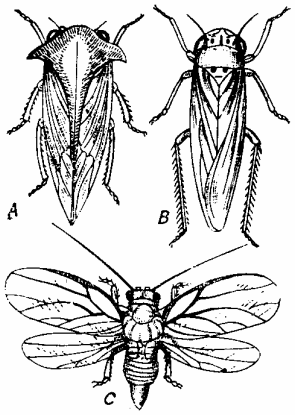


Fig. 83. *Psylla alni* (după Eidmann)

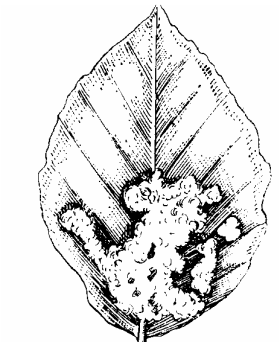


Fig. 84. *Phyllaphis fagi*-colonie (după Beck)

-*subordinul Aleurodina* - „musculiţe albe", cuprind insecte mici, cu corpul de culoare galbenă sau roşie, aripile acoperite cu o secreţie albă; din *F. Aleurodidae* fac parte specii dăunătoare ca *Aleurodes quercus, A. carpini* etc;

-*subordinul Aphidina* cuprinde insecte numite păduchi de plante, de talie mică (2-6 mm), cu antene formate din 3-6 articule, aripile membranoase, cele anterioare mai mari decât cele posterioare, la unele specii pe al 6-lea segment abdominal, dorsal, se găsesc două tuburi (cornicule); femelele generaţiilor agame, adesea aptere. Se hrănesc pe multe specii lemnoase şi erbacee (deseori la

locul atacat formează gale), cele mai importante familii sunt: *Aphididae (Phylaphis fagi*, fig. 84, dăunătoare la plantulele de fag prin sugerea frunzelor), *Adelgidae (Sacchiphantes abietis*, fig. 85, care produce gale la molid), *Pemphigidae (Pemphigus spirotecae*, fig. 86, produce gale pe peţiolul frunzelor de plop);

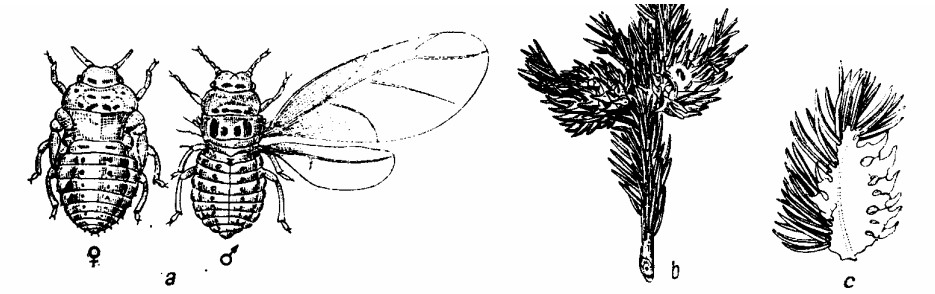


Fig. 85. *Sacchiphantes abietis*: a- adulţi; b-gală; c-secţiune în gală (după Sorauer şi Ross).

-*subordinul Coccina* cuprinde păduchii ţestoşi, cu corpul globulos protejat de un scut ceros cu exuvii larvare, au un dimorfism sexual foarte pronunţat, cu femele aptere, imobile, şi masculii numai cu prima pereche de aripi şi antene dezvoltate; trăiesc fixate cu rostrul pe diferiţi arbori şi arbuşti pe care îi debilitează prin sugere. Speciile dăunătoare aparţin familiilor: *Pseudococcidae*, cu corpul acoperit cu o secreţie ceroasă sub formă de granule, asemănătoare cu făina *(Cryptococcus fagi); Lecaniidae (Parthenolecanium corni*, fig. 87), *Diaspididae (Lepidosaphes ulmi*, fig.88).

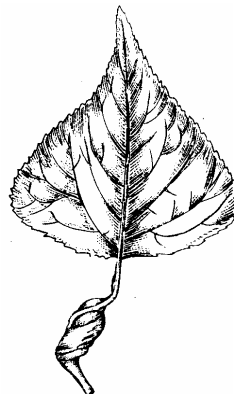


Fig. 86. *Pemphigus spirotecae*-gală (după Ross)

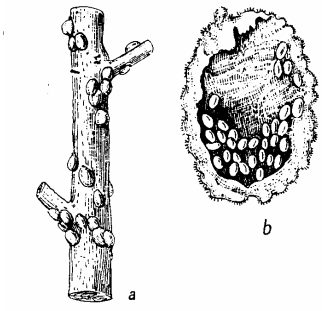


Fig. 87. *Lecanium corni*: a-ţeste (după Lederer); b-ouă sub ţeastă (după Arion)

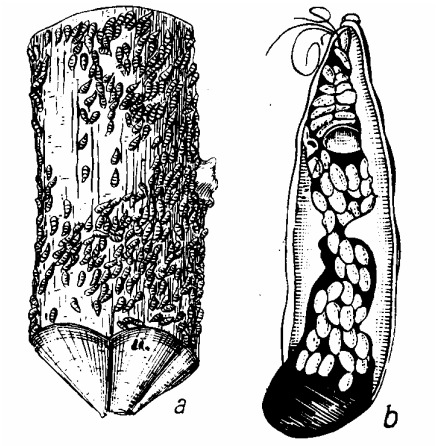


Fig. 88. *Lepidosaphes ulmi*:
a- țeste; b- ou sub țeastă (după Ionescu).

2.2. Diviziunea Holometabola

Include insecte cu metamorfoză completă (cu stadiul pupal) la care aripile se dezvoltă intern şi larvele diferă de adulţi prin morfologie şi mod de viaţă. Din această diviziune fac parte următoarele ordine:

Ordinul PLANIPENNIA cuprinde insecte asemănătoare cu libelulele, au antene lungi filiforme, aparat bucal masticator; larvele (unele acvatice) cu aparat bucal pentru supt, injectează prada cu sucuri gastrice şi după lichefierea ţesuturilor, le sug; tubul digestiv este închis şi excrementele sunt eliminate prin năpârlire la transformarea în stadiul de adult. Pupele sunt de tip liber, adăpostite într-un cocon; majoritatea trăiesc în ţinuturile calde ale globului; sunt insecte prădătoare atât ca larvă cât şi ca adult (*Chrysopa perla - F.Chrysopidae* - fig. 52; *Myrmeleon formicarius -F.Myrmeleonidae*).

Ordinul MECOPTERA cuprinde insecte de talie mică şi mijlocie, au capul ortognat, mobil, prelungit cu o trompă, antene lungi şi subţiri, aripile mari, cu omizile care prezintă opt perechi de picioare abdominale; pupele sunt de tip liber. Adulţii şi larvele sunt carnivori, specie foarte comună, numită şi „musca scorpion" *Panorpa communis* - fig. 52 (F. *Panorpidae).*

Ordinul RHAPHIDIOPTERA. Majoritatea insectelor sunt de talie mică, cu capul hipognat, antene filiforme, aparatul bucal masticator; capul are o prelungire ca de gât în partea dinapoi, unde se uneşte cu protoracele, care este şi

el lung şi îngust; aripile sunt lungi şi înguste, femelele posedă un oviscapt lung şi subțire; larvele sunt de tip campodeiform, pupele de tip liber. Sunt insecte folositoare, carnivore (atât adulții cât şi larvele). Sunt comune în pădurile de foioase şi răşinoase, speciile de *Rhaphidia* – fig. 55 (F. *Rhaphidiidae).*

Ordinul APHANIPTERA cuprinde puricii, care sunt insecte mici cu corpul turtit lateral, parazite pe animale cu sânge cald (păsări, mamifere); larvele sunt apode, se hrănesc cu resturi organice animale şi vegetale, pupele de tip liber adăpostite într-un cocon.

Ordinul TRICHOPTERA include insecte numite frigane la care adulții au aspect de molii, cu antene setiforme, lungi, aparat bucal pentru lins şi supt sau rudimentar; aripile membranoase, acoperite cu peri scurți mătăsoşi; larvele sunt acvatice, eruciforme sau campodeiforme (primele trăiesc într-un tub format din diferite materiale prinse cu fire de mătase); majoritatea larvelor trăiesc în apele curgătoare şi constituie hrană pentru peşti (în special pentru păstrăvi); pupele sunt de tip liber şi mobile.

Ordinul DIPTERA cuprinde insectele numite muşte şi țânțari cu peste 85 mii de specii; au numai aripile anterioare, cele posterioare s-au transformat în balansiere (organe de echilibru); capul prognat, mobil, cu ochii compuşi mari, de regulă despărțiți şi pe vertex cu 3 oceli; antenele pot fi scurte (muşte) sau lungi cu numeroase articule (țânțari); aparatul bucal variat: pentru supt, tăiat şi supt, şi pentru înțepat şi supt; toracele cu o chetotaxie caracteristică (peri şi solzi), cu mezotoracele foarte dezvoltat; ultimul tars este prevăzut cu 2 gheare şi cu formațiuni adezive ca nişte perinițe (pulvili, arolium, empodium). Larvele sunt apode: eucefale, hemicefale şi acefale, se deosebesc după numărul stigmelor şi dispoziția acestora; pupele de tip coarctat (uneori libere sunt mobile). Femelele depun de la câteva ouă până la câteva mii, în general albe şi alungite, majoritatea lor sunt ovipare. Modul de hrănire este foarte diferit, unele se hrănesc cu sânge, sevă, polen, cu materii organice de natură vegetală şi animală în putrefacție, altele sunt răpitoare, parazite sau formează gale. Se împart în două subordine:

-*subordinul Nematocera* (țânțarii); adulții prezintă antene lungi (din 10 articule) şi palpi maxilari lungi; larvele sunt eucefale sau hemicefale; pupele de tip liber. Specii dăunătoare fitofage se găsesc în familia *Tipulidae (Tipula paludosa*) şi familia *Cecidomyidae* (țânțăraşi producători de gale). Culicidele

cuprind ţânţari, la care femelele sug sângele de la om şi la mamifere, iar masculii sunt fitofagi, hrănindu-se cu nectar şi substanţe dulci (larvele şi pupele sunt acvatice);

-*subordinul Brachycera* (muşte); adulţii sunt prevăzuţi cu antene aristate (din 3 articule, ultimul cu o aristă), ochii bine dezvoltaţi (la masculi se ating pe vertex); larvele sunt acefale, mai rar eucefale, iar pupele coarctate. Multe specii sunt fitofage şi zoofage dăunătoare în domeniul agricol şi foarte multe sunt folositoare, deoarece trăiesc pe seama substanţelor organice în descompunere sau sunt entomofage (*F. Tachinidae*, *F. Sarcophagidae*).

Ordinul HYMENOPTERA include albinele, bondarii, viespile şi furnicile (peste 100 mii de specii); au dimensiuni variabile (0,5-50 mm), cu ochi bine dezvoltaţi, cu antene de regulă filiforme, aparat bucal de tip masticator *(Symphita*) sau pentru lins (albine); abdomenul poate fi legat mobil cu toracele (metatoracele fuzionează cu primul segment abdominal alcătuind un propodeum) sau printr-o bază lată (sesil); aripile sunt membranoase, transparente, cele posterioare mai scurte şi mai înguste (sunt şi forme aptere, la coloniile de furnici); la unele specii (mai ales la cele sociale) ovipozitorul s-a transformat în ac cu venin, cu rol în apărare şi atac, în legătură cu o glandă cu venin; ouăle sunt, de obicei, ovale sau cilindrice (la unele specii parazite au un pedicel lung); larvele sunt variabile: polipode (omizi false - *Diprionidae*), oligopode, albe şi fără ochi (*Siricidae*) sau apode; capul mic, fără ochi (cele entomofage); pupele de tip liber, la multe specii adăpostite într-un cocon din fire de mătase (secretate de larve) sau într-o cămăruţă în sol; se înmulţesc gamogenetic uneori şi partenogenetic. Speciile fitofage sunt dăunătoare prin stadiul larvar (defoliatoare, rod în lemn sau produc gale), iar cele zoofage sunt endoparazite în stadiul larvar pe insectele dăunătoare. Se împarte în două subordine:

-*subordinul Symphita* - insecte cu abdomenul sesil, cu larve polipode, la familiile *Diprionidae* şi *Tenthredinidae* (omizi false) şi oligopode la *Siricidae;* ovipozitorul cu aspect de ferăstrău;

-*subordinul Apocrita* - insectele au abdomenul peţiolat; larvele sunt apode; sunt puţine specii fitofage, dăunătoare (*F. Cynipidae),* cele mai multe folositoare prin parazitare (*F. Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae,*

Encyrtidae, Trichogrammatidae, Scelionidae) sau prădătoare (*Formicidae).*

Ordinul COLEOPTERA. Cuprind insecte numite gândaci (cu peste 320 mii de specii), cu dimensiuni variabile de la 0,5-155 mm şi culori variate, aparat bucal în general de tip masticator, cu ochi faţetaţi care uneori lipsesc; antenele nu depăşesc 11 articule, picioare pentru mers şi alergat (dar şi cu alte adaptări); aripile anterioare puternic chitinizate (elitre) acoperă, în general, întreg abdomenul (la *Staphyllinidae* şi *Meloidae* mai scurte), cele posterioare sunt membranoase, servesc la zbor şi, în repaus, sunt pliate (uneori lipsesc la *Carabidae* şi *Tenebrionidae);* la unele specii capul este prevăzut cu un rostru *(Curculionidae*), la altele se termină prelungit într-un pigidium (*Scarabeidae*). Dezvoltarea este holometabolă (excepţional hipermetabolă la *Meloidae);* larvele sunt oligopode, apode, cu aparat bucal masticator; pupele sunt libere (la *Coccinellidae* pupa este obtectă); durata unei generaţii este variabilă (de la câteva generaţii pe an la *Chrysomellidae* până la mai mulţi ani pentru o generaţie la *Scarabeidae* şi *Elateridae);* după regimul de hrană variat sunt: fitofage, zoofage, necrofage; multe specii sunt dăunătoare în păduri, dăunările fiind produse, în special, de larve (sunt cazuri când şi adulţii produc daune la *Ipidae, Anobiidae, Chrysomellidae, Scarabeidae*); dăunează toate organele arborilor, precum şi materialul lemnos doborât şi fasonat. Se împarte în două subordine:

-*subordinul Adephaga* cuprinde insecte prevăzute cu 3 perechi de palpi şi 2 gheare la picioarele larvelor; în general sunt zoofage, prădătoare (*Carabidae* şi *Cicindellidae)* dar şi specii acvatice (*Dytiscidae, Gyrinidae);*

-*subordinul Polyphaga* - insecte cu o singură gheară pe picioarele larvare; cuprind multe specii dăunătoare, dar şi unele folositoare (tratate la combaterea biologică).

Ordinul LEPIDOPERA. Se numesc popular fluturi şi cuprind peste 140 mii de specii; cu anvergura de la 3-300 mm; antenele sunt formate din multe articule, sunt mai dezvoltate la masculii unor specii (caracter de dimorfism sexual); aparatul bucal tipic este de supt, la cele primitive de tip ortopteroid; aripile sunt bine dezvoltate, lungi şi late, de obicei cele anterioare mai mari decât cele posterioare (la unele specii pot lipsi), membranoase, acoperite cu solzi care provin din transformarea perilor, peri mici, cu combinaţii de culori, desene

şi nervaţiuni, care constituie elemente în determinarea speciilor. Abdomenul alcătuit din 10 inele, de regulă, la femele mai dezvoltat decât la mascul, acoperit cu solzi şi peri deşi, colorați; ouăle sunt variate ca formă, mărime, structuri, culori şi pot avea diferite ornamentații; larvele sunt polipode cunoscute sub numele de omizi, în general cu 5 perechi de pedesspuri (la cotari cu 2 perechi) şi cu aparat bucal masticator; cele care se transformă în femele au o năpârlire în plus; trăiesc pe diferite plante, sau în interiorul diferitelor organe; pupa este, în general, obtectă, iar cremasterul (partea posterioară a abdomenului) prezintă diferite structuri folosite în determinări; în general, sunt monovoltine; foarte multe specii sunt fitofage dăunătoare sectorului forestier şi produc defolierile cele mai importante; sunt şi omizi folositoare, la speciile care produc mătase, *Bomyx mori* şi *Anthaerea pernyi*. Se împarte în două subordine:

-*subordinul Jugata* (Homoneure), cuprinde lepidoptere primitive, care prezintă o nervaţiune asemănătoare la ambele aripi, cu aparat bucal masticator, iar cuplarea aripilor se face prin jugum (un lob de la marginea aripilor anterioare care se prinde de marginea anterioară a aripilor posterioare);

-*subordinul Frenata* (Heteroneure), cu o nervaţiune diferită a aripilor, cu aparat bucal de supt şi cuplarea aripilor printr-o prelungire a aripilor posterioare, numită frenulum, care se prinde într-un dispozitiv al aripilor posterioare numit retinaculum (în formă de cârlig la masculi şi alcătuit dintr-un smoc de peri la femele); cuprinde speciile fitofage dăunătoare din păduri.

Majoritatea insectelor dăunătoare care produc vătămări importante pădurilor se găsesc în cadrul ordinelor: *Lepidoptera, Coleoptera, Homeoptera, Heteroptera, Diptera şi Orthoptera.*

Speciile folositoare care formează fauna utilă aparţin ordinelor: *Coleoptera, Hymenoptera, Dermaptera, Plannipenia, Rhaphidioptera, Diptera, Mantodea şi Mecoptera.*

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Baicu, T., Săvescu, A., 1978 – *Combaterea integrată în protecţia plantelor*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Baicu, T., l979 – *Îndrumător pentru folosirea pesticidelor*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Brudea, V., Roşca, I. 1992 – *Identificarea celor mai buni feromoni sintetici utilizaţi în activitatea de prognoză şi avertizare a tratamentelor chimice*, Cerc. Agr. în Mold.

Brudea, V., Roşca, I., 1996 - *Cercetări privind eficacitatea unor feromoni sexuali de sinteză utilizaţi în culturile de cereale şi plante tehnice*, Lucr. şt. S.C.A. Suceava.

Călărăşanu, Gh. şi colab., 1990 - *Cunoaşterea, depistarea şi combaterea dăunătorilor Orchestes fagi, Mikiola fagi şi Phyllaphis fagi*, Îndrumări tehnice, ICAS, p. 45-50.

Ceianu, I., 1978 – *Succesiunile animale în scoarţa şi în lemnul de molid*, Anuarul Muzeului judeţean Suceava, p. 53-61.

Ceianu, I., 1978 - *Specializarea nutritivă a larvelor insectelor xilofage ale răşinoaselor în România*, Anuarul Muzeului judeţean Suceava, p. 97-106.

Ciochia, V., Isac, Gr., Stan, Gh., 1992 - *Tehnologii de creştere industrială a câtorva specii de insecte auxiliare folosite în combaterea biologică a dăunătorilor,* Ed. Ceres, Bucureşti.

Ciochia, V., Brudea, V. şi colab., 1997 - *Limitarea populaţiilor de dăunători vegetali şi animali din culturile agricole prin mijloace biologice şi biotehnice în vederea protejării mediului înconjurător*, Ed. Disz Tipo, Braşov.

Dissescu, G., 1987 - *Semeothisa alternaria Hb. (Macaria alternaria Hb.) (fam.Geometridae), un dăunător important al salcâmului*, Rev. Păd.,1.

Ene, M., 1971 - *Entomologie forestieră*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Gherghel, M., 1995 - *Dăunători ai pădurilor*, Ed. Tipomur, Târgu-Mureş.

Ionescu, M. A., 1962 – *Entomologie*, Ed. de Stat did. şi ped.

Keilbach, Rolf, 1966 - *Die tierischen Schädlinge Mitteleuropas*, Veb Gustav Fischer Verlag Jena.

Lăcătuşu, Matilda, Pisică, C., 1980 - *Biologia dăunătorilor animali*, Ed. did. şi ped., Bucureşti.

Manolache, C., Boguleanu, Gh., 1967 - *Entomologie agricolă*, Ed. did. şi ped., Bucureşti.

Manolache, C. şi colab. 1969 - *Entomologie agricolă*, Ed. Agro-Silvică, Bucureşti.

Marcu, Olimpia, Simon, D., 1995 - *Entomologie forestieră*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Mihalache, Gh., Ciornei, C., 1995 - *Aspects regarding the phytosanitary state of Romanian forests*, Fifth National Convention of Entomology, Iassy.

Mihalache, Gh.,Pârvulescu, D., 1980 - *Microorganismele în combaterea biologică a dăunătorilor forestieri*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Milescu, I. şi colab., 1967 – *Fagul*, Ed. Agrosilvică de Stat, Bucureşti.

Nețoiu, C., 1994 - *Cercetări privind bioecologia moliei miniere a salcâmului Parectopa robiniella*, Bucovina forestieră 1, p. 91-100.

Olenici, N., Olenici, V., 1994 - *Hylobius abietis L. – unele particularităţi biologice, ecologice şi comportamentale şi protecţia culturilor împotriva vătămărilor cauzate de acestea,* Partea I în Bucovina forestieră, nr. 1.

Panin, S., 1951 - *Determinatorul coleopterelor dăunătoare şi folositoare din R.S.R,* Ed. de Stat.

Panin, S.,Săvulescu, N., 1961 - *Fauna R.P.R. Insecta, vol X, fasc.5, Familia Cerambycidae,* Ed. Acad., Bucureşti.

Perju, T. şi colab., 1983 - *Entomologie agricolă*, Ed. did. şi ped., Bucureşti.

Perju, T. şi colab., 1988 - *Entomofagii şi utilizarea lor în protecţia integrată a ecosistemelor agricole*, Ed. Ceres, Bucureşti.

Pisică, C., 1973 - *Curs de entomologie*, Univ. Al.I.Cuza, Iaşi.

Roşca, I., Mureşan, Felicia, Trotuş, Elena, Udrea, A., Popov, C., Brudea, V., Bucurean, Elena, Voicu, M.,1988 - *Role and place of synthetic sexual pheromones in integrated pest management in Romania,* 4-th Yugoslav congres of plant protection, Vrnjacka Banja.

Simionescu, A., Mihalache, Gh. şi colab., 2000 - *Protecţia pădurilor*, Ed. Muşatinii, Suceava.

Simionescu, A. şi colab., 1992 - *Starea fitosanitară a pădurilor din România*, 1976-1985, Ed. Inter-Media.

Simionescu, A., 2001 - *Starea de sănătate a pădurilor din România în intervalul 1986-2000,* Ed. Muşatinii, Suceava.

Simionescu, A., Mihalciuc, V., Ciornei, C. ,Chira, D., 1997 -*Consideraţii în legătură cu înmulţirea, prevenirea şi combaterea trombarului Hylobius abietis L. şi a speciilor de Hylastes din rezervaţiile de răşinoase instalate în zonele calamitate de doborâturile de vânt,* An. Univ. „Ştefan cel Mare", Suceava, vol. III, p. 67-71.

Stănoiu, I., Bobârnac, B., Copăcescu, S., 1979 - *Fluturii din România*, Ed. Scrisul Rmânesc, Craiova.

Tudor, I., Olimpia Marcu, 1968 - *Entomologie forestieră*, EDP, Bucureşti.